



HAL
open science

Epave de la Lomellina (1516) - La soute à poudre

Max Guérout

► **To cite this version:**

Max Guérout. Epave de la Lomellina (1516) - La soute à poudre. Journée d'étude Sorbonne Université (FED 4124) - GRAN - SEAS - Université de Gênes (Nav Lab) - Le Navire du XVIème siècle en Méditerranée - Archéologie et histoire (Maison de la recherche de Sorbonne Université., Nov 2019, Paris, France. hal-02367031

HAL Id: hal-02367031

<https://hal.science/hal-02367031>

Submitted on 17 Nov 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Epave de la *Lomellina* (1516)

La soute à poudre

Max Guérout

Groupe de recherche en archéologie navale – Laboratoire d'histoire et d'archéologie maritime FED 4124 (Paris IV Sorbonne – Musée de la marine)

Avant-Propos

L'épave de la *Lomellina* a été découverte en 1979, par 18 m de profondeur au milieu de la rade de Villefranche-sur-mer (Alpes-Maritimes). La même année elle fut expertisée par Patrick Granjean, un archéologue de la Direction des Recherches Archéologiques Sous-marines (DRASM) et datée du XVI^e siècle.

C'est à partir de 1982, qu'une fouille systématique de l'épave fut entreprise sous la direction de Max Guérout, avec le support du Groupe de Recherche en Archéologie Navale (GRAN) et l'aide de deux archéologues du centre national de la recherche scientifique (CNRS) : Eric Rieth pour l'étude de l'architecture et Jean-Marie Gassend pour l'étude des formes de carène. Neuf campagnes de fouille se sont succédées jusqu'en 1990 donnant lieu à plus de 4500 plongées. Une première monographie a été publiée en 1989. (GUEROUT *et alli*, 1989).

Les vestiges occupent une zone de 35 m de longueur sur une dizaine de mètres de large. L'épave est inclinée sur son flanc bâbord d'environ 45 degrés. L'inclinaison de l'épave et son enfouissement dans le sédiment ont permis la préservation de la structure des fonds, en particulier celle de l'emplanture du grand mât, mais aussi de deux niveaux de ponts. Les données archéologiques recueillies et les recherches en archive ont permis d'identifier une « nave » génoise : un grand navire de charge qui avec une très grande probabilité est la *Lomellina* coulée à l'occasion d'un ouragan survenu le 15 septembre 1516, alors qu'elle était en carénage dans la rade de Villefranche et qu'elle avait en soute de l'artillerie terrestre sans doute destinée à des opérations en relation avec les guerres d'Italie. L'identification a été obtenue grâce à un document trouvé dans les archives de Gênes¹.

La fouille de l'épave ayant été exécutée par secteurs transversaux successifs, ses caractéristiques, en particulier la longueur de la quille, n'ont été connues qu'après 9 années d'étude.

Les caractéristiques principales sont les suivantes (GUEROUT, RIETH, 1998) :

- Longueur de la quille : 33,38 m ;

¹Archivio di Stato di Genova, Archivio segreto, Diversorum et litterarum, Année 1516, f°46v°.

- Elancement avant : 10,50 m ;
- Elancement arrière : 2,15 m ;
- Longueur de tête en tête : 46,45 m ;
- Largeur au maître couple : 12,5 m ;
- Creux (mesuré entre le dessus de la quille et le dessous des barrots du premier pont) : 4,40 mètres.
- Tonnage estimé 829 tonnes



Figure 1 - Vue du premier pont (campagne 1987)

De nombreux éléments d'un grand intérêt ont été découverts pendant cette fouille. Le cabestan en cours de fabrication (ou de réparation) a été trouvé démonté. C'est aussi le cas du cep de drisse (la partie basse du palan destiné à hisser la grande vergue), trouvé en trois éléments séparés ; sa longueur totale après assemblage mesure 8,22 m. La découverte de ce dernier élément a permis de déterminer la hauteur du troisième pont dont aucun vestige n'avait subsisté. Au même endroit une tête de mât de voile latine en orme a été aussi retrouvée. Ces trois éléments sont particulièrement précieux, car très rarement observés sur une épave dont mâture et superstructures ont le plus souvent disparues.

La découverte d'une partie du gouvernail est aussi remarquable, comme celle de plusieurs éléments permettant de reconstituer l'ensemble du système de pompage des eaux de la cale : pieds de pompe, dalles d'écoulement des eaux et structures de l'archi pompe.

Deux sabords d'artillerie, dont l'un encore en place, ont été étudiés. Il s'agit des sabords les plus anciens jamais observés à l'occasion d'une fouille archéologique, car ce type de sord est réputé avoir été « inventé » au tout début du XVI^e siècle.

Tout à l'avant du navire fut également localisée la soute à poudre. Elle contenait encore une vingtaine de tonnelets de poudre. Cette disposition de la soute à poudre est venue confirmer les données fournies par les documents d'archives (GATTI, 1965).

L'étude du doublage en plomb a également permis d'apporter un éclairage nouveau sur une technique de protection des coques remise en usage au début du XVI^e siècle après avoir été utilisée par les romains puis abandonnée à la fin du II^e siècle après J.C. (GUEROUT, 2005)

Une quinzaine de pièces d'artillerie en fer forgé dont quelques-unes avaient conservé leur affût ont été découvertes et une partie d'entre elles mises au jour. Il s'agit de pièces d'artillerie typique de l'époque, dont la volée est formée d'un cylindre reconstitué par une série de « douves » longitudinales en fer, cerclées par ces manchons cylindriques.

De nombreux objets ont également été trouvés, témoins de la vie quotidienne à bord et de l'armement du navire. Toutefois la principale contribution de cette fouille a été de mettre en évidence, pour ce qui concerne les grands navires de charge, l'existence d'une tradition de construction navale typiquement méditerranéenne distincte des techniques connues à la même époque dans l'Atlantique et semblable, pour ce qui concerne en particulier l'emplanture du grand mât, à celle des galères et des chébecs construits dans les chantiers de Méditerranée.

1 – La soute à poudre

La campagne de fouille 1990, comportait l'étude d'un secteur situé à l'extrême avant de l'épave. Après décapage de la couche superficielle il est apparu un ensemble de douves de tonneaux de petites dimensions, des barils, occupant une zone d'environ 2 x 2 m, dont la présence avait été décelée au cours du sondage effectué en 1982 (Figure 2). Après étude, cette zone a été identifiée comme étant l'emplacement de la soute à poudre.



Figure 2 - Barils de poudre apparents en 1982

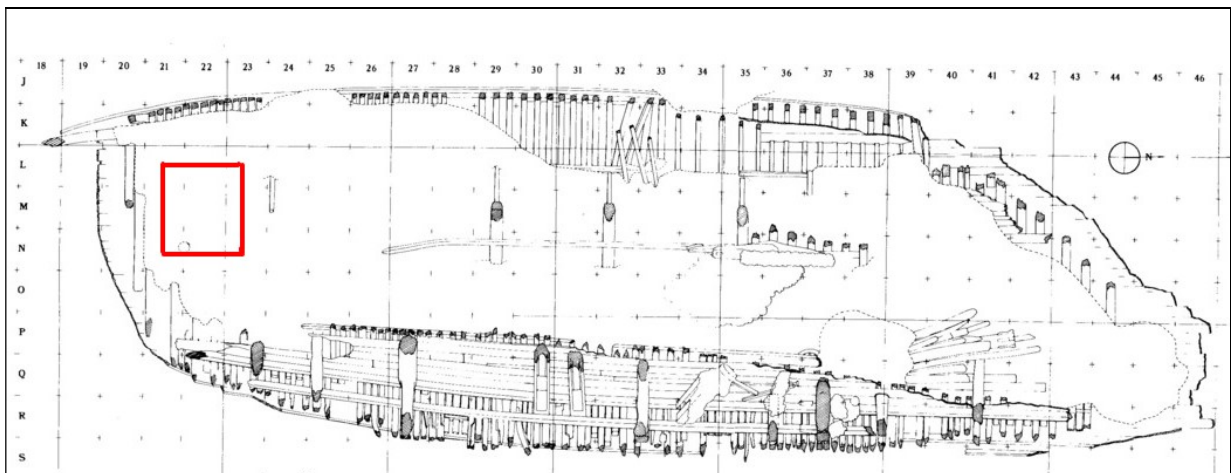


Figure 3 – Emplacement de la soute à poudre (Dessin M. Guérout)

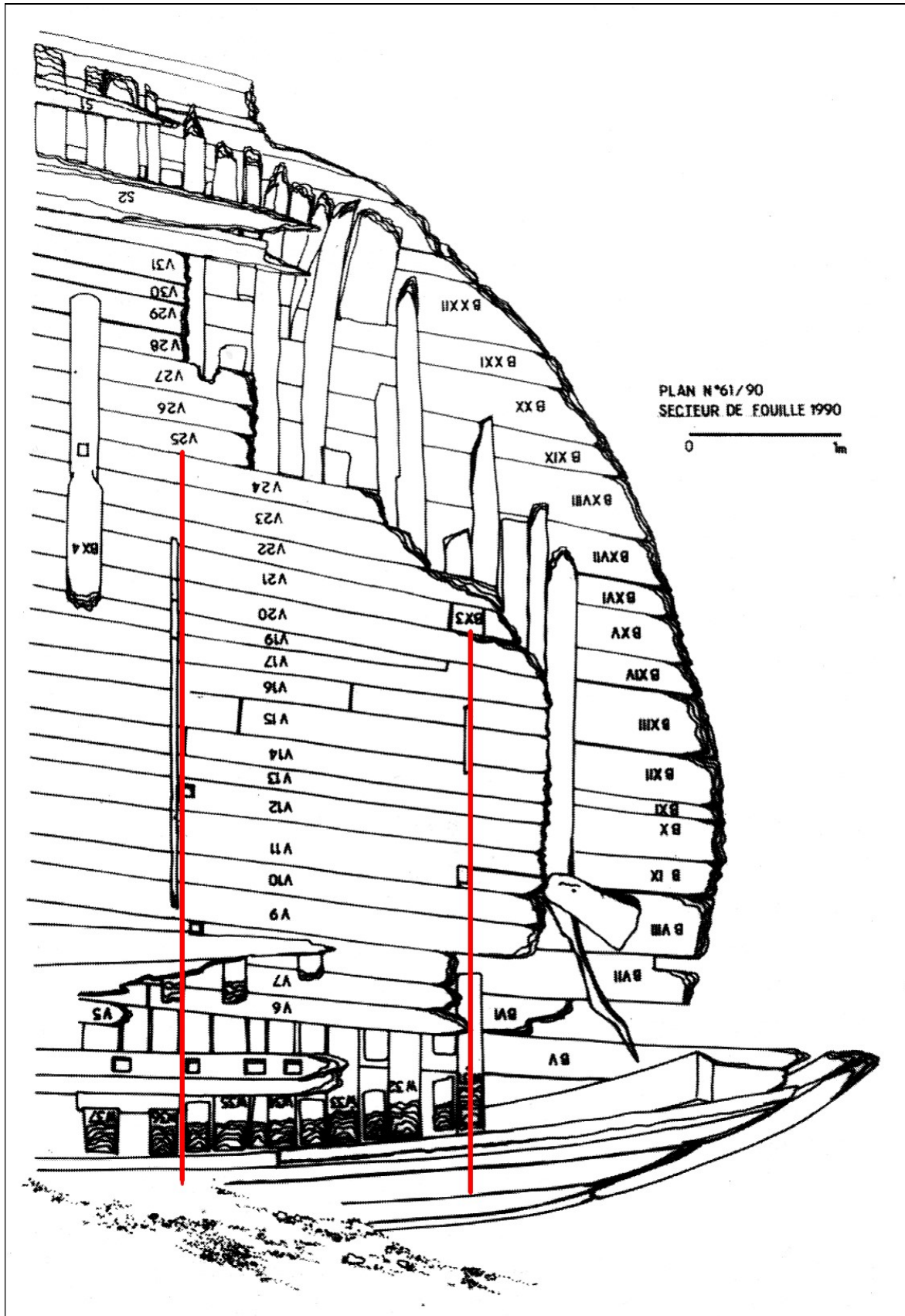


Figure 4 - Limites longitudinales de la soute à poudre (Dessin M. Guérout)
 Marquage : BX= bau double ; V = vaigre ; B = bordé



Figure 5 - Vue de la partie avant (Photo J.C. Hurteau IRAA/CNRS)

Le dégagement du sédiment a été effectué en partant des charpentes axiales : carlingue situés à l'ouest du gisement, en direction du pont principal situé à l'est.

La soute à poudre se trouve entre les baux du faux-pont BX 3 et BX 4². Elle a été identifiée grâce à la présence de 21 barils contenant une poudre noire, qui après analyse s'est révélée être du charbon de bois, seul constituant de la poudre à canon (salpêtre, soufre, charbon de bois) n'ayant pas été dissout dans l'eau.

La soute n'est pas exactement située entre les deux baux BX 3 et BX 4 qui sont distants de 2,55 m entre axes (2,30 m bord à bord), mais entre deux cloisons transversales distantes de 1,90 m. La cloison avant s'appuie sur la face arrière du bau BX3, la cloison arrière est située 45 cm en avant du bau BX4.

1.1 - Cloison arrière

La cloison arrière de la soute était soutenue par des épontilles implantées en avant de la cloison transversale de la soute, soit à l'intérieur du compartiment. Le pied de deux d'entre elles était conservé ainsi que deux mortaises destinées à recevoir le pied de deux autres.

La mortaise correspondant au pied de l'épontille située le plus à bâbord, était pratiquée dans la vaigre V20, celle de la seconde épontille en allant vers l'intérieur

² La fouille ayant été menée par tranche successive de l'arrière vers l'avant, la numérotation des baux comme celle de tous les éléments de charpente transversale a été déterminée au début de la fouille de manière à obtenir de manière certaine une numérotation continue jusqu'à l'extrême avant. Elle ne correspond cependant pas à une numérotation exacte commençant à l'avant. Dans ces conditions le bau BX3 est en réalité le premier bau situé sur l'avant.

était implantée sur la vaigre V12. Le pied de la troisième épontille était situé à la limite du plancher de cale dans la vaigre V8 et la quatrième était située sur le dos de la carlingue. Ces épontilles ont une section d'environ 13 x 8 cm.

Les vestiges de neuf (9) planches constituant la cloison arrière de la soute étaient conservées à bâbord, disposées à l'origine horizontalement, les planches reposaient sur le vaigrage entre V12 et V24 : la valeur cumulée de la largeur de ces planches est de 132,5 cm, pour une épaisseur moyenne de 2.6 cm. D'autres planches situées plus à bâbord ayant pu être détruites, cette valeur indique la hauteur minimale de la cloison au dessus de la vaigre V12, ce qui correspond à environ 2,10 m au dessus du dos de la carlingue. Cette mesure est supérieure à la hauteur de la partie supérieure du bau double BX4 au-dessus de la carlingue, qui est de 2,02 m.

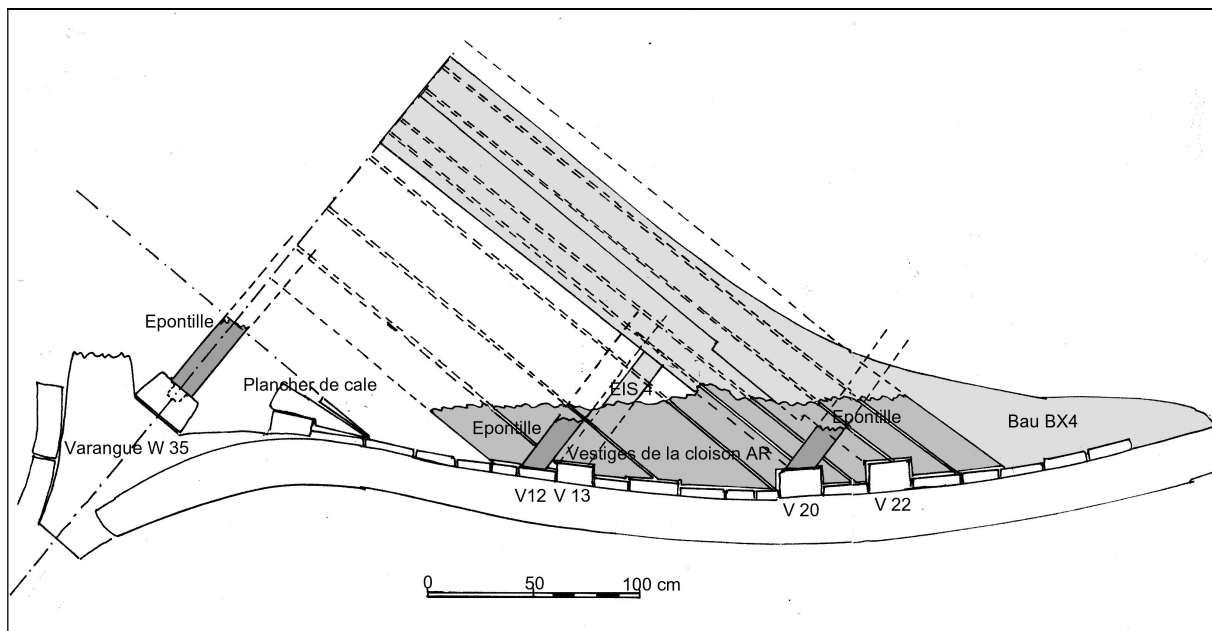


Figure 6 - Vestiges de la cloison arrière (gris moyen) et de ses épontilles de soutien (en gris foncé) au niveau de la varangue W35. En arrière-plan le bau BX 4 (gris clair) et son épontille de soutien EIS 4 (Dessin M.G.)

1.2 - Cloison avant

La cloison avant était appuyée sur l'arrière de l'épontille soutenant le bau BX3. Elle s'appuyait sur une épontille dont le pied reposait dans une mortaise pratiquée dans la vaigre V11. Cette épontille était probablement située en arrière de la cloison et donc à l'intérieur du compartiment.

La soute est située à un endroit où les formes du navire évoluent rapidement puisque la largeur totale sous le bau double BX4 est de 5,00 m au niveau de la cloison arrière et n'est plus que de 4,86 m sous le bau BX3 au niveau de sa cloison avant. Les deux cloisons transversales de la soute sont distantes de 1,90 m. La distance entre le plancher de cale et le dessous du bau BX4 est de 1,15 m.

Si la soute était limitée à cette hauteur, elle pouvait contenir entre 60 et 70 tonnelets de poudre d'une contenance moyenne de 35 à 40 litres.

On remarque également (figures 7 et 8) que le renforcement situé sous la carlingue et la présence de plusieurs mortaises pratiquées sur sa face supérieure indiquent que le système d'implanture du mât de trinquet se situait très probablement au centre de la soute. On peut dès lors penser que cette dernière comportait deux parties séparées par l'implanture.

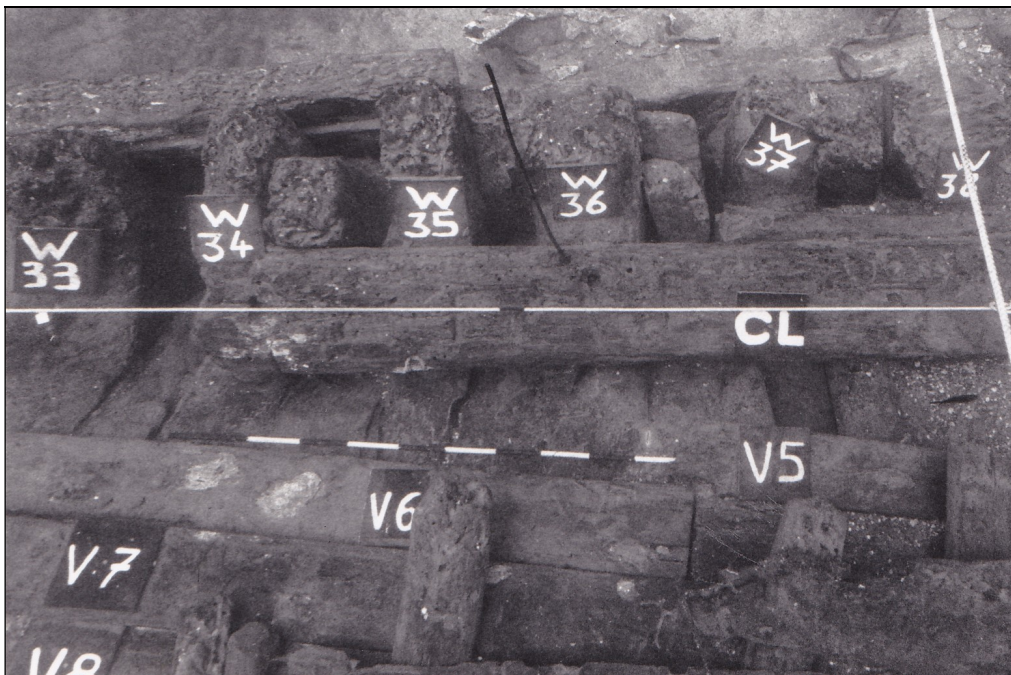


Figure 7 - Vue des mortaises sur le dos de la carlingue (CL)
(Photo J.C. Hurteau IRAA/CNRS)

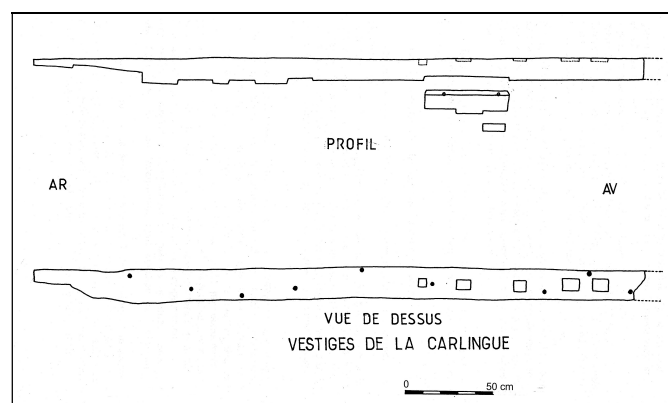


Figure 8 - Profil et vue de dessus de la carlingue, la troisième mortaise à partir de l'avant correspond à l'épontilles soutenant la cloison arrière de la soute à poudre
(Dessin E. Rieth)

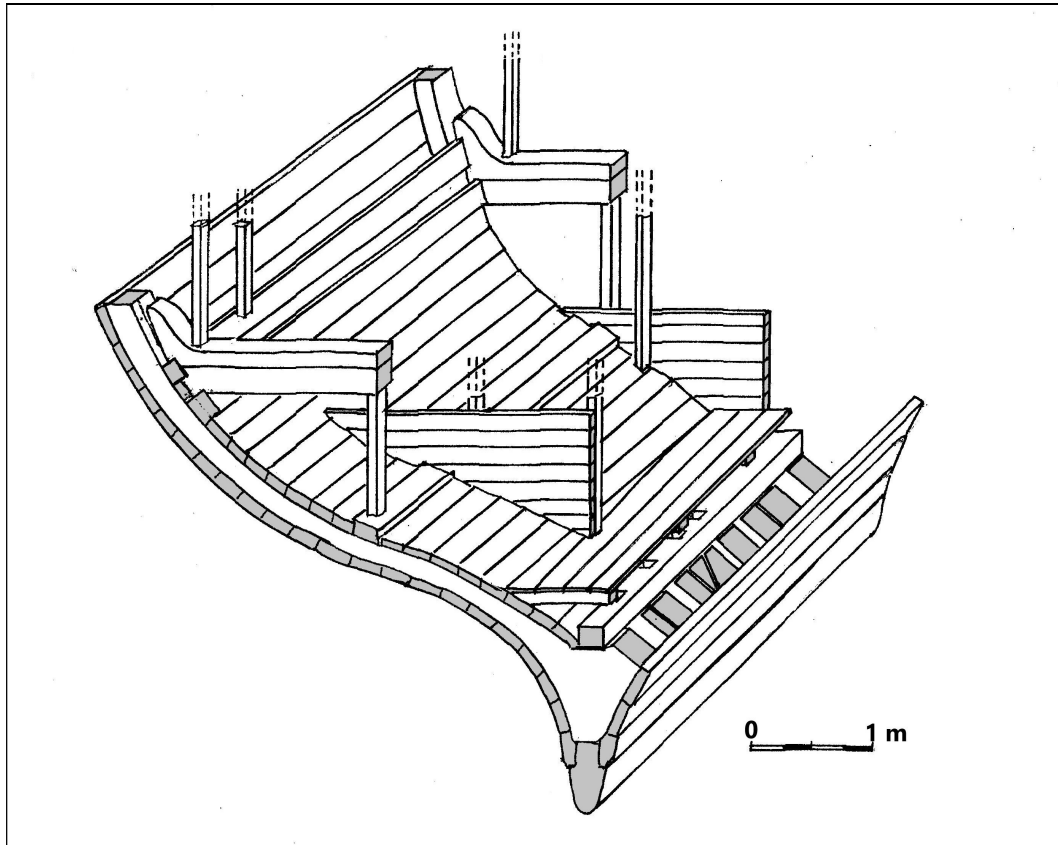


Figure 9 – Vue axonométrique de la soute à poudre

1.3 - Références historiques

La localisation de la soute à l'avant correspond aux indications données dans le contrat de construction d'une *nave* de 29,73 m de longueur, construite par François Francesius à Gênes en 1556³ :

« A da fare da baso à prora la camera de la polvore et fasarla. » qui se traduit par « Faire en bas, à la proue, la chambre à poudre et la border. »

Cette localisation est probablement due au fait que le foyer de la cuisine était alors installée à l'arrière, comme c'est le cas sur la *Lomellina*, ce qui a incité les constructeurs à éloigner la soute à poudre de ce feu nu.

Dans un texte rédigé entre 1516 et 1519, Philippe de Clèves⁴ indique à ce propos :

« Et vostre maistre d'artillerye le [vaisseau] doibt pourvoyr d'artillerye et des choses servantes a son mestier, comme il vous appartient scellon que vostre nef en pourra porter, tant de pouldres, de grenades, et d'autres pierres de feux, de fuzées, et lances à feu, que d'aultres feu servant adce mestier dont on a tousjours affaire. Et

³ Luciana Gatti, *Costruzioni navali in Liguria fra XV e XVI secolo*, in Studi di storia navale, Centro per la storia della tecnica in Italia del Consiglio Nazionale delle ricerche, Albisola, 1975, p.63.

⁴ Jacques Paviot, *Philippe de Clèves, Seigneur de Ravenstein, L'instruction de toutes manières de guerroyer (...)* sur mer, Paris, 1997, p.41

doibt icelles pouldres et manieres de feux mectre en ung lieu seur au fondz de la nef, le plus loing de la ou les gens hantent que l'on peult ; et le fait on vollentiers **dessoubz le chataux devant**. Et la doibt ledit maistre d'artillerye faire bien estoupper et calfater que feu ne eaue n'y puisse entrer. Et doibt estre ledit lieu couvert de peaulx de beuf ou de vaches a tout poil ; et ledit poil au dehors de paour [peur] que le feu ne s'y preigne, car c'est le plus grand dangier que l'on peult avoyr en la mer. »

On retrouve des dispositions approchantes sur certains navires du XVIIIe siècle⁵.

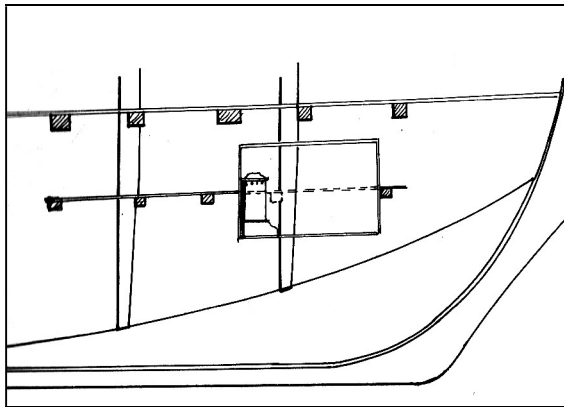


Figure 10 - Soute à poudre d'un vaisseau frégate anglais de 40 canons (1722)

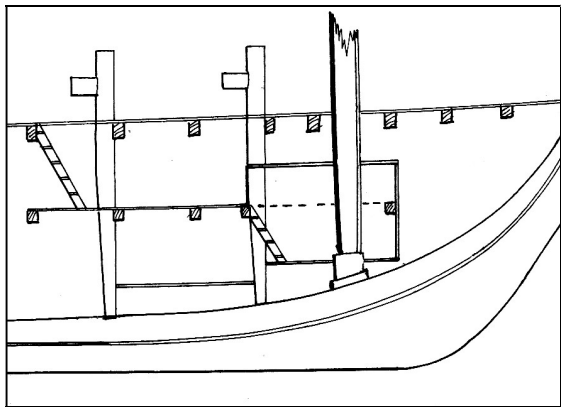


Figure 11 - Soute à poudre d'une anglaise de 32 canons (1762)

Contrairement à ce qui s'est passé en France où la soute à poudre sera ultérieurement installée à l'arrière, en Grande-Bretagne, elle restera à l'avant. Au début du XVIIIe siècle, la soute et le local de chargement des gargousses seront séparés, puis les pièces d'artillerie devenant plus nombreuses, plusieurs soutes à poudre seront aménagées afin de réduire le trajet entre les soutes et les canons.

Les deux dangers qui guettent les poudres étant le feu et l'humidité, on surélèvera le plancher de la cale et on prendra des dispositions pour la rendre aussi étanche que possible, tout en prenant des dispositions pour la protéger du feu. C'est ainsi qu'en 1851, la Marine française prendra des précautions qui malgré le décalage chronologique seront très proches de celles préconisées par Philippe de Clèves : « Les parois extérieures seront doublées en feutre ou avec de vieilles couvertures que l'on aura fait tremper préalablement dans une solution aqueuse d'alun.⁶ »

Plus tard, l'intérieur de la soute à poudre sera revêtu de feuilles de plomb de manière à éviter les étincelles en cas de choc d'un objet en fer. C'est cette disposition que nous avons observé lors de la fouille de la frégate cuirassée *Magenta* qui a été lancée en 1861⁷.

⁵ Lavery Brian, *The arming and fitting of English Ships of War; 1600 – 1815*, London, 1987. p.144-145.

⁶ Décret du 21 septembre 1851 portant règlement sur les emménagements et installations des bâtiments à voile de la flotte. Bulletin officiel de la Marine – Année 1851 – n°33 - Article 12 – Soutes aux poudres, p.393.

⁷ Le 1^{er} novembre 1875, dans le port de Toulon, la soute à poudre du *Magenta* explosa à la suite d'un incendie

Contrairement aux recommandations contenues dans le texte de Philippe de Clèves, cité ci-dessus, aucune protection particulière, ni sur le plancher, ni sur les cloisons, n'a cependant été observée au cours de la fouille de la *Lomellina*.

2 - Les barils de poudre.

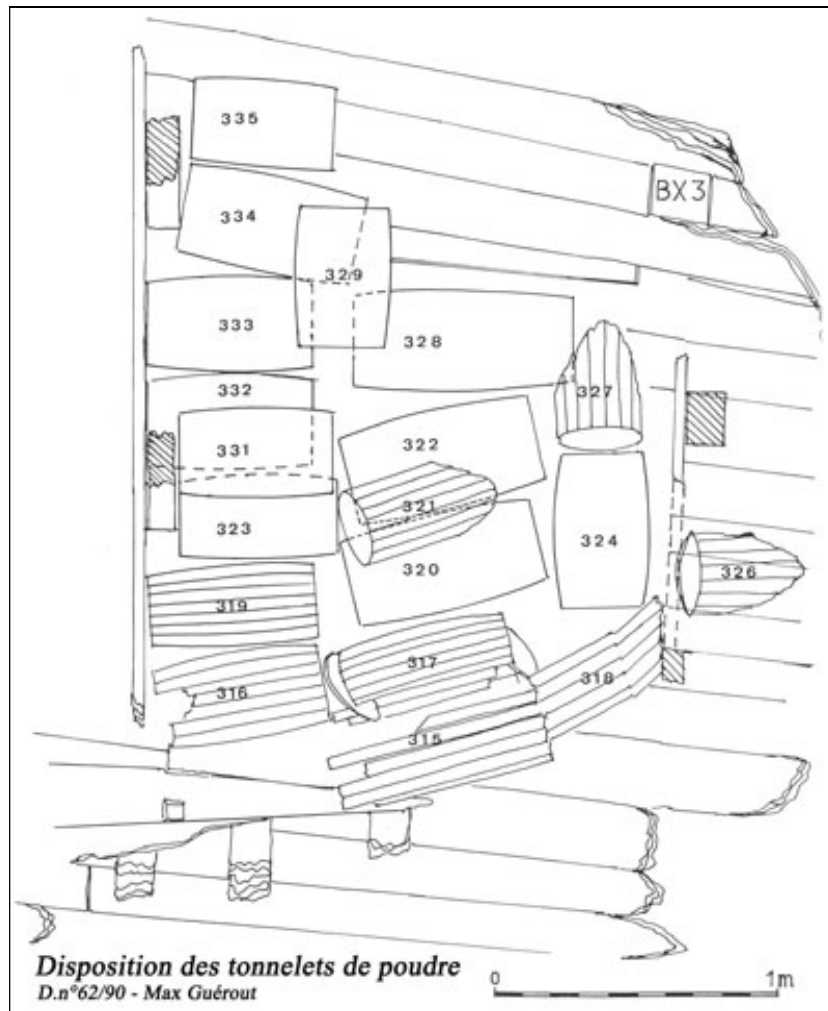


Figure 12– Disposition des barils de poudre (Dessin M. Guérout)



Figure 13 - Vue de l'avant vers l'arrière : en haut à gauche, la carlingue, au centre le plancher de cale soutenu par des traverse au dessus des vaigres (V6 et V7), à droite (du côté bâbord de l'épave) vue des vestiges des barils A 315 et A 317.

Les barils probablement rangés à l'origine sur le plancher de cale ont roulé sur bâbord au moment du naufrage. Ils ont été retrouvés disposés sur deux épaisseurs. La couche inférieure était composée de deux rangées de tonnelets ayant leur axe longitudinal orienté parallèlement à celui du navire. En avant de celles-ci une rangée de tonnelets était disposée perpendiculairement. Les vestiges de 19 barils de poudre ont pu être étudiés.

A noter qu'un baril ayant une des mesures semblables aux barils trouvés dans la soute à poudre a été mis au jour au cours de la campagne 1987 sous le premier pont au niveau du bau BX7 (figure 1) à côté de barriques destinées à contenir de l'eau.

2.1 - Méthode de fouille

La méthode utilisée pour étudier les barils de poudre, avait déjà été expérimentée à l'occasion du dégagement des barriques à eau trouvées au cours des campagnes de fouille précédentes, elle a consisté, après avoir attribué un numéro d'inventaire à chaque baril, à en identifier tous ses éléments constitutifs et à les numéroter sur place, avant leur démontage, en respectant l'ordre de succession des douves longitudinales et l'orientation des douves de fond. Après démontage le baril est reconstitué sur le fond, à proximité, en respectant l'ordre de numérotage.

Dans la mesure du possible, les cerclages et leurs ligatures ont été observés et mesurés et pour certains éléments remontés en surface pour être dessinés et photographiés.

Des échantillons ont été prélevés pour analyse

Deux types d'étude ont été menés :

- Une analyse structurelle, permettant de décrire les éléments constitutifs, leur façonnage, leur méthode d'assemblage, ainsi que, après analyse, les essences de bois utilisées.
- Une étude dimensionnelle visant à déterminer à la fois leur contenance et leur encombrement.

Dans ce but, les mesures suivantes ont été relevées:

Lt : Longueur totale de la douve

Lht : Longueur hors tout du baril, lorsqu'un cerclage externe déborde de la douve.

Lj : Longueur entre les deux jables de la douve

IN : largeur de la douve du côté nord

IM : largeur de la douve au milieu

IS : largeur de la douve du côté sud

e : Epaisseur de la douve au jable

di : Diamètre du fond (petit diamètre)

ep : Epaisseur du fond

A partir de ces mesures sont calculés :

Di : Diamètre intérieur au milieu = $di \times \Sigma IM / \Sigma IN$, où ΣIM est la somme des largeurs des douves conservées au milieu et ΣIN la somme des largeurs du même nombre de douves conservées à l'extrémité Nord (ou la moyenne des valeurs pour le Nord et le Sud)

De : Diamètre extérieur au milieu = $Di + 2e$

Vt : Volume total extérieur (encombrement)

Vc : Volume du contenu (capacité)

Les mesures et l'étude dimensionnelle des barils a été menée au cours de la campagne de fouille 1990 par Marcel Pujol i Hamelink, un archéologue catalan et Jean-Louis Pereyre.

A la différence des barriques à eau déjà étudiées⁸, dont les cerclages sont constitués de baguettes de noisetier ou de châtaigner refendues, les barils de poudre, bien que subsistent encore quelques baguettes de bois refendues, sont le plus souvent cerclés au moyen de lattes de 5 à 10 cm de largeur et de 6 à 10 mm d'épaisseur, deux d'entre-elles à chaque extrémité débordent de l'extrémité des douves, ces dernières sont repérées par les termes suivants.

Cerc. Ext. : Largeur du cerclage extérieur (nord ou sud)

Cerc. Int. : Largeur du cerclage intérieur (nord ou sud)

⁸ Cazenave de la Roche Arnaud, *Etude sur une cargaison de barriques mises au jour dans l'épave de Villefranche-sur-mer (1516 ?)*, Mémoire de diplôme de l'école des hautes études en sciences sociales, Paris, 2001

Contrairement aux barriques à eau dont le cerclage externe est en général fixé par une cheville traversant une douve au delà du jable, les lattes sont ici le plus souvent retenues par des encoches pratiquées sur la face externe des douves, lorsque c'est le cas, l'écartement des encoches est relevé selon la séquence ci-dessous :

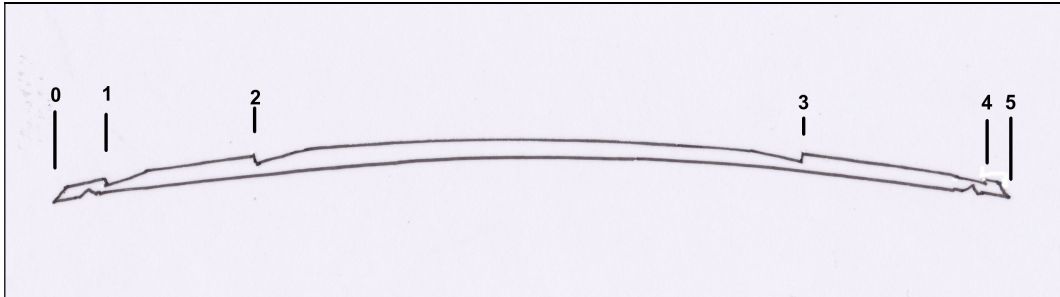


Figure 14 - Désignation des encoches pratiquées sur la face externe des douves

Les ligatures des cerclages sont de deux types :

Type 1 - Ligature avec surliure en osier au niveau d'une entaille réduisant la largeur du cerclage (Figure 14).

Type 2 - Ligature avec blocage dans une fente de l'extrémité du cerclage façonné en forme de palette. La palette doit être vrillée pour être introduite dans la fente.(Figure 15).

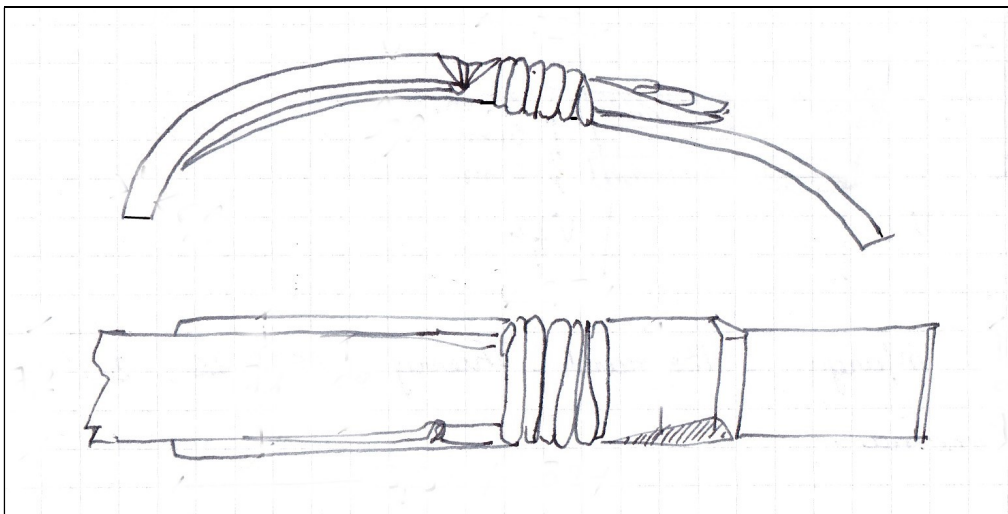


Figure 15 - Ligature de type 1

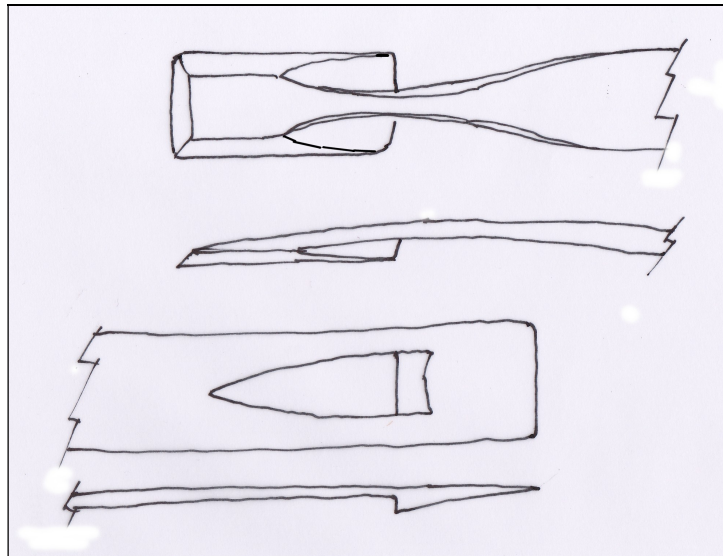


Figure 16 - Ligature de type 2

Les mesures sont indiquées en cm.

Les formules utilisées pour calculer le volume et la capacité d'un tonneau sont nombreuses, nous avons choisi la formule suivante :

$$\text{Volume / encombrement} = \pi \times Lt [de/2 + 2/3 (De/2 - de/2)]^2$$

$$\text{Volume / capacité} = \pi \times Lj [di/2 + 2/3(Di/2 - di/2)]^2$$

2.2 - Description des barils de poudre

A 315

Douves longitudinales

N°	Lt	Lj	IN	IM	IS	e
2	/	/	6,0	8,0	/	0,7
3	/	/	3,7	4,2	5,2	0,7
4	69,5	66,0	5,5	7,3	5,5	0,8
5	/	/	6,5	7,5	7,0	0,7
Sans n°	/	/	7,0	8,1	/	/
Sans n°	/	/	6,3	7,3	/	/

A 316

20/7/1990 – p.330 – « Tonnelet très dégradé entre la cloison et TR 4, longueur de 55 à 60 cm conservée, aucune douve longitudinale n'est entière. Prélevé pour analyse un fragment de douve longitudinale, un fragment de cerclage (latte plate) et un fragment de douve de fond. Diamètre restitué du fond = 25 cm. Prélevé de la poudre noire, un fragment de fond (diamètre restitué = 25 cm, épaisseur = 8 mm) »

A 317

20/7/1990 – C.f. p.332 – « Vidé le tonnelet A317 et marqué 7 douves longitudinales. Les douves de fond sont d'une seule pièce. Les douves longitudinales portent de très légères encoches sur le dos destinées à retenir le cerclage. »

23/7/1990 – p.333 – « Numérotage des douves longitudinale de 1 à 13 (longueur mesurée in situ 57,5 cm, douves de fond n°14 et 15 (diamètre 28 cm), après midi marqué 16 une douve longitudinale, deux douves incomplètes non numérotées.

Cerclage Nord formée de deux lattes jointives de 8 cm (Cerc. Ext. 5 cm + Cercl. Int. 3cm).

Cerclage Sud large de 5 cm, épaisseur à l'extérieur 0,9 cm et à l'intérieur 0,3 cm

Prélevé deux fragments de cerclage pour analyse. »

23/7/1990 – p.334 – « Cerclage extérieur Sud : largeur 5 cm, épaisseur extérieure 9 mm, intérieure 3 mm. Profil :

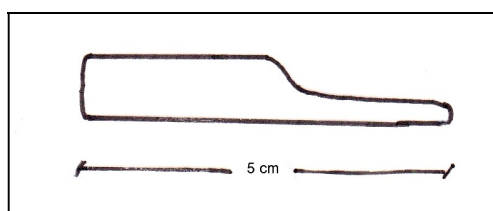


Figure 17 – Profil du cerclage extérieur

Cerclage extérieur Nord, largeur : 5 cm (2 fragments superposés : ligature ?)

Ni marque, ni bonde

Douves longitudinales

N°	Lt	Lj	IN	IM	IS	e
1	/	53,5	7,3	8,0	7,0	1,0
2	57,5	53,5	3,6	6,9	3,3	0,7
3	57,5	53,5	4,0	4,7	4,2	0,9
4	57,2	53,3	4,3	5,3	4,6	1,1
5	57,5	53,2	4,2	5,0	4,1	1,1
6	57,1	53,3	3,0	3,6	2,8	0,8
7	57,6	53,2	5,3	5,8	5,0	0,9
8	57,5	53,5	2,6	3,0	2,8	1,2
9	57,0	53	7,1	8,0	7,0	1,0
10	57,0	53,2	4,5	5,0	4,2	0,7
11	57,0	53,0	5,2	6,0	4,8	0,7
12	57,2	53,2	4,2	5,0	4,1	0,8
13	57,0	53,2	5,0	5,8	5,0	1,0
16	/	/	5,5	3,8	/	/

Les douves longitudinales portent sur le dos des encoches destinées à retenir les cerclages : Séquence : 0 ; 2,6 ; 12,1 ; 44,7 ; 55,8 ; 57.2

Fonds

14 - di = 27,7 / 28,5

15 - di = 28,0 / 29,5

Ep. = 3,7

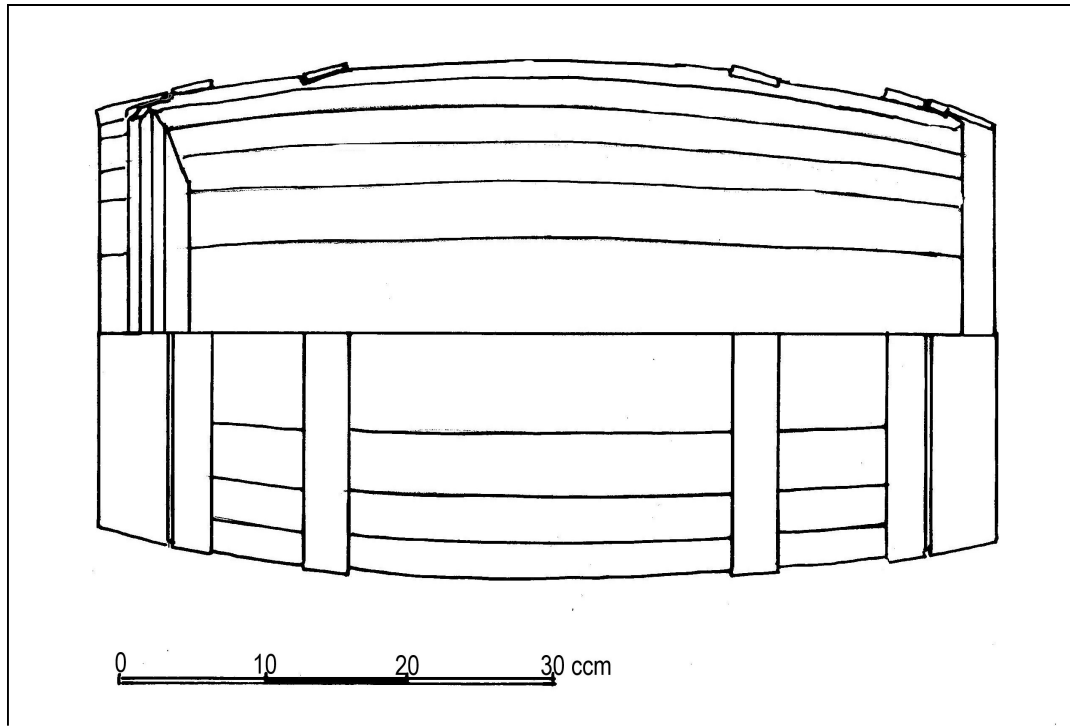


Figure 18 – Profil du baril A 317 (Dessin M.G.)

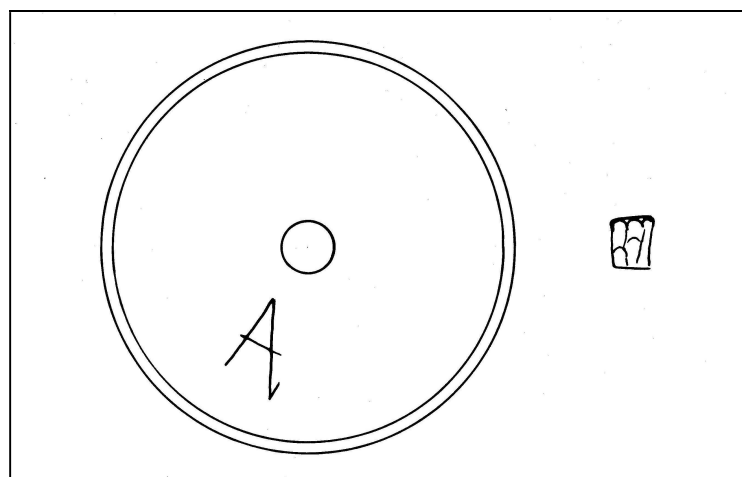


Figure 19 – Fond du baril A 317 (Dessin M.G.)

A titre d'exemple, les calculs de l'encombrement et de la capacité de A 317 sont détaillé ci-après, ils ne seront pas repris par la suite pour les autres barils.

Calcul de Lt : on prend pour valeur de Lt la moyenne des longueurs mesurées ici $\Sigma Lt = 687,1$, divisé par le nombre de douves mesurées, $687,1/12 = 57,3$. Pour

calculer l'encombrement on ajoutera à Lt la longueur du débordement des cerclages externes à chaque extrémité soit 5 cm pour obtenir Lht

Calcul de Lj : on prend pour valeur de Lj la moyenne des longueurs mesurées ici $\Sigma Lj = 639,1$, divisé par le nombre de douves mesurées, $639,1/12 = 53,3$

Calcul de di : les fonds n'étant pas exactement circulaires, deux diamètres perpendiculaires ont été mesurés. Par ailleurs les deux fonds ne sont pas identiques, on calcule une valeur moyenne de di soit ici 28,4 cm.

Calcul de Di

Lorsque la totalité des douves longitudinales n'a pas été retrouvée, on calcule le rapport sur une même série de douve entre la somme des largeurs au milieu et la moyenne de la somme des largeurs aux deux extrémités. On obtient Di en multipliant le diamètre di par ce rapport.

Moyenne du diamètre intérieur des douves de fond (di) = 28,4

Somme des largeurs des douves longitudinales nord conservées (1 à 13) = 60,3

Somme des largeurs des douves longitudinales sud conservées (1 à 13) = 58,9

Somme des largeurs des douves longitudinales au milieu (1 à 13) = 72,1

Diamètre milieu (Di) = $28,4 \times 72,1 / (60,3 + 58,9) / 2 = 34,36$ cm

Calcul de De

De est égal à Di augmenté de deux fois l'épaisseur moyenne des douves soit $0,9 \times 2 = 1,8$ cm. De = $34,36 + 1,8 = 36,16$ cm

Contenance

Lj = 53,3

di = 28,4

Di = 34,36

Vc = $42,74 \text{ dm}^3$ ou **42,74 litres**

Volume total/encombrement

Lht = $57 + 5 = 62$

de = $28,4 + 1,8 = 30,2$

De = $34,36 + 1,8 = 36,16$

Vt = $60,30 \text{ dm}^3$ ou **60,3 litres**

A/319

N°	Lt	Lj	IN	IM	IS	e
3				6,8		
4				4,4		
Sans n°				3,9		
Sans n°				6,7		

Sans n°				5,6		
Sans n°				10,7		
Sans n°				6,9		

Douves de fond

1 di = 36 ; ep. = 2

2 di = ? ; ep. = 1,9

A/320

N°	Lt	Lj	IN	IM	IS	e
2	63,5	60,4	7,5	8,4	7,3	0,8
3	64,0	60,5	4,7	6,1	5,0	0,9
4	/	/	5,0	4,5	/	/
5	63,8	60,0	7,6	9,2	8,2	1,0
6	/	/	3,8	4,6	3,5	0,8
7	63,5	60,0	5,2	6,2	5,4	1,0
8	63,7	60,5	4,6	5,5	4,3	/
9	63,5	60,3	6,4	7,6	6,2	/
10	63,4	61,0	4,0	4,7	3,3	/
11	63,5	60,3	5,6	6,5	5,5	/
12	64,0	60,5	6,5	7,7	6,5	/
13	63,8	60,0	3,0	4,0	3,5	/
14	63,5	60,7	4,8	6,3	5,2	/
15	63,8	60,5	3,7	4,7	3,5	/
Sans n°	/	/	/	5,0	/	/

Cerclage extérieur – Largeur 6,5

Douves longitudinales **sans encoches**

Douves de fond

16 – Diamètre 24,0 ; épaisseur 1,7 ; trou central 4 mm de diamètre avec une bonde : longueur 2,7 cm, diamètres des extrémités de la bonde 6 mm à l'extérieur et 3 mm à l'intérieur.

17 – Diamètre 23,7 ; épaisseur 1,7

Capacité

Lj = 60,4

di = 23,85

Di = 28,29

Vc = 34,05 dm³ ou **34,05 litres**

Volume total/encombrement

Lht = 63,7 + 5 = 68,7

de = 23,85 + 1,8 = 25,65

De = 28,29 + 1,8 = 30,09

Volume total = 44,11 dm³ ou **44,11 litres**

A 322

N°	Lt	Lj	IN	IM	IS	e
1	66,7	63	6,6	6,7	4,9	/
2	66,5	62,5	6,6	8,3	7,1	/
3	/	/	6,6	6,6	/	/
4	/	/	5	6	/	/
5	/	/	6	7,6	/	/
6	/	/	4,7	6,9	/	/
7	/	/	2,5	3,7	/	/
8	/	/	7,8	7,8	/	/
9	/	/	3	4	3,5	/
10	66,2	61,5	6,5	8,5	6,2	/
13	66,5	62,2	4,2	5,6	4,4	/
14	66,3	62,1	4,9	6,1	4,7	/
15	66,5	62,5	5	6,0	5	/
16	66,5	62,3	9,2	10	8,4	/
17	66,7	62,5	3,7	5,9	3,5	/
18	/	/	3,8	3,8	2,7	/

Fonds

11 – Diamètre 24,5 – Trou de bonde de 28 mm de diamètre – Marque A

12 – Diamètre 25,2 plié

Bonde

Sur A 322-1, marque A et bonde au centre, diamètre du trou 28 mm.



Figure 20 - Ligature Type 1 du baril A 322

Capacité

Lj = 62,3

di = 24,8

Di = 31,22

Vc = 41,35 dm³ ou **41,35 litres**

Volume total/encombrement

$$Lht = 66,5 + 5 = 71,5$$

$$de = 24,8 + 1,8 = 26,6$$

$$De = 31,22 + 1,8 = 33,02$$

Volume total = 53,52 dm³ ou **53,52 litres**

A 323

25 juillet, p.341 : remonté douve A 323/3, largeur au milieu : 4,3 cm, largeur au jable : 4 cm, épaisseur entre 0,75 et 1,1 cm

2 août, p.378 :

N°	Lt	Lj	IN	IM	IS	e
3	/	/	4,0	4,2	/	0,8
5	/	/	2,5	2,8	/	/
6	/	47,8	6	6,7	6,1	/
8	/	/	/	11,2	/	/
9	/	/	/	5,6	/	/
11	/	/	6,4	6,9	/	/
12	52,5	48,2	3,7	4,2	4,2	/
13	52	48	2,6	3,5	3	/
15	52,5	48	4,6	4,9	4,3	/
16	/	48	5,3	6,4	5,7	/

Fonds

1 - seulement un morceau de fond

4 - Diamètre = 25 cm avec un trou central de 3,2cm de diamètre, épaisseur = 1.7 cm

Cerclage ext = 5 cm

Capacité

$$Lj = 48$$

$$di = 25$$

$$Di = 28.2$$

Vc = 27,87 dm³ ou **27,87 litres**

Volume total/encombrement

$$Lht = 52,3 + 5 = 57,3$$

$$de = 25 + 1,8 = 26,8$$

$$De = 28,2 + 1,8 = 30$$

Volume total = 37,83 dm³ ou **34,83 litres**

A 324

N°	Lt	Lj	IN	IM	IS	e
3	/	/	/	4,0	/	/
4	/	/	6,0	6,8	/	/
5	53,0	49,0	6,7	7,8	6,7	/
6	53,4	49,4	1,2	2,1	1,7	/
7	/	/	5,7	6,8	/	/
8	53,0	49,5	1,7	2,4	1,4	/
9	/	/	3,9	4,7	3,7	/
10	53,5	50,0	3,6	4,3	3,7	/
12	/	/	7,5	8,6	/	/
13	/	/	3,3	/	/	/

Fonds

1 – Diamètre = 27,0

14 – Diamètre = 25

Ep. = 1,6

Ep. avant jable 0,8 (voir page 382)

Cerclage extérieur = 3,5 et 4,8

Capacité

Lj = 49,5

di = 26

Di = 30,9

Vc = 32,27 dm³ ou **32,27 litres**

Volume total/encombrement

Lht = 53,2 + 5 = 58,2

de = 26 + 1,8 = 27,8

De = 30,9 + 1,8 = 32,7

Volume total = 47,72 dm³**A 327**

N°	Lt	Lj	IN	IM	IS	e
1	/	/	4,1	/	/	0,7
2	/	/	2,8	3,3	/	/
3	/	/	5,3	6,1	/	/
4	/	/	7,3	7,9	/	/
5	/	/	5,8	6,4	/	/
6	/	/	/	/	4,4	/

Fonds

7 – Morceau de fond, diamètre = 29,0

Ep. = 1,6

A 328

N°	Lt	Lj	IN	IM	IS	e
2	78,2	72,5	6,5	8,2	6,9	0,7
3	78,8	72,5	6,2	8,7	6,4	0,7
4	77,5	72,5	6,3	8,2	6,3	/
5	/	/	7,8	/	/	/
6	/	/	8,4	9,9	/	/
7	/	72,5	8,6	11	/	/
8	78,2	72,5	7,5	7,3	/	/
9	78,2	72,7	7,8	7,9	9,9	0,6
10	/	72,3	5,6	7,2	5,4	/
11	78,2	72,0	6,5	7,9	6,2	/
12	78,2	72,8	7,5	9,5	7,4	/

Fonds

13 – Diamètre = 25 : trou au centre diamètre 3,4

14 – Diamètre = 25,3

Ep = 2,8

Cerclages extérieur = 7,5 et 7,9

Capacité

Lj = 72,5

di = 25,2

Di = 30,5

Vc = 47,00 dm³ ou **47,00 litres**

Volume total/encombrement

Lht = 78,2 + 5 = 77,5

de = 25,2 + 1,8 = 27

De = 30,5 + 1,8 = 32,3

Volume total = 57,25 dm³ ou 57,25 litres



Figure 21 - Ligature Type 2 du baril A 328

A 329

N°	Lt	Lj	IN	IM	IS	e
1	/	/	6,0	8,2	6,3	0,6
2	/	/	7,1	/	/	/
4	/	/	7,4	8,6	/	/

A330

N°	Lt	Lj	IN	IM	IS	e
2	/	/	/	/	3,4	/
3	/	/	/	/	6,9	0,7
4	/	/	/	/	4,6	/
5	/	/	/	/	9,6	/

Fonds

1 – Morceau de fond, diamètre > 26,7

Ep. = 3

Di = 27

Di total = 31 (avec épaisseur des douves et le cerclage extérieur)

Cerclage intérieur = 4,2

A331

N°	Lt	Lj	IN	IM	IS	e
4	/	/	/	5,0	/	/
5	/	/	3,3	6,0	/	/
Sans n°	/	/	/	6,1	/	/

Fonds

2 - fragments

8 et 9 – deux morceaux, diamètre = 27,0

A332

N°	Lt	Lj	IN	IM	IS	e
1	58,5	54,8	3,7	5,1	3,8	/
2	/	/	/	4,0	3,2	/
3	/	/	4,8	5,9	4,6	/
4	/	/	/	/	4,1	/
5	/	/	6,3	5,2	5,7	/
7	/	/	4,9	6,0	4,7	/
8	/	/	4,0	4,8	4,4	/
10	58,3	54,2	5,5	5,5	4,6	/
11	57,7	54,3	4,9	6,2	5,2	1,0
12	57,6	54,0	4,9	5,2	4,8	/
13	57,0	54,0	6,9	8,5	7,8	/
14	58,0	54,4	2,9	3,7	3,0	/
15	57,8	54,2	3,1	3,8	3,2	/
16	57,8	54,1	5,4	6,6	5,3	0,8
17	58,5	54,6	5,2	5,7	5,1	/
18	58,2	54,6	5,1	6,0	5,0	/
Sans n°	57,2	53,9	3,1	3,5	3,1	0,7
Sans n°	58,2	54,6	3,3	4,0	3,5	/
Sans n°	/	/	3,2	/	/	/
Sans n°	/	/	/	/	4,8	/

Fonds

19 – Diamètre = 28,2 / 27

9 – Diamètre = 28 / 26

Capacité

Lj = 54,35

di = 27,7

Di = 31,6

Vc = 39,17 dm³ ou **39,17 litres**

Volume total/encombrement

$$Lht = 57,85 + 5 = 62,84$$

$$de = 27,7 + 1,8 = 29,5$$

$$De = 31,6 + 1,8 = 33,4$$

$$\text{Volume total} = 50,82 \text{ dm}^3 \text{ ou } \mathbf{50,82 \text{ litres}}$$

A 333

N°	Lt	Lj	IN	IM	IS	e
1	/	/	3,4	/	/	/
2	/	/	5,5	/	/	0,7
3	/	/	3,7	/	/	/
4	/	/	5,8	/	/	/
6	58,8	53,6	5,4	6,8	5,5	/
7	59	54	3,6	4,3	3,6	/
8	58,7	53,7	3,8	5	4,2	0,9
9*	58,7	53,6	6,9	8,2	6,6	/
10	58,6	53	4,8	5,7	4,9	/
11	/	/	5,4	6,1	/	1
13	/	/	3,8	/	/	/
Sans n°	/	/	5	/	/	/

Fonds

$$333/14 - \text{Diamètre} = 27,5, \text{ épaisseur} = 2,2 \text{ cm}$$

Trou de cheville sur le jable

Capacité

$$Lj = 58,8$$

$$di = 27,5$$

$$Di = 33,4$$

$$Vc = 45,62 \text{ dm}^3 \text{ ou } \mathbf{45,62 \text{ litres}}$$

Volume total/encombrement

$$Lht = 58,8 + 5 = 63,8$$

$$de = 27,5 + 1,8 = 29,3$$

$$De = 33,4 + 1,8 = 35,2$$

$$\text{Volume total} = 55,33 \text{ dm}^3 \text{ ou } \mathbf{55,33 \text{ litres.}}$$

A 334

N°	Lt	Lj	IN	IM	IS	e
1	/	/	4,4	/	/	/
2	/	/	4,7	/	/	/

3	/	/	4,8	/	/	/
4	/	/	7	/	/	/
5	/	/	6,5	/	/	/
7	/	/	6,3	7,8	/	1
8	/	/	5,7	7	/	/
9	/	/	/	5,5	4,1	/
10	63	59,5	6	7,3	6,2	/
11	63	59,6	4	5,2	3,6	/
12	63	59,8	5,5	7,3	5,5	/
13	/	/	4,7	5,8	/	/
14	62	58,8	6,5	7,6	6,3	0,8
Sans n°	/	/	5,3	6,5	/	/
Sans n°	/	/	4,6	6	/	/

Fonds

16 – Diamètre = 23,2, épaisseur = 1,8 cm

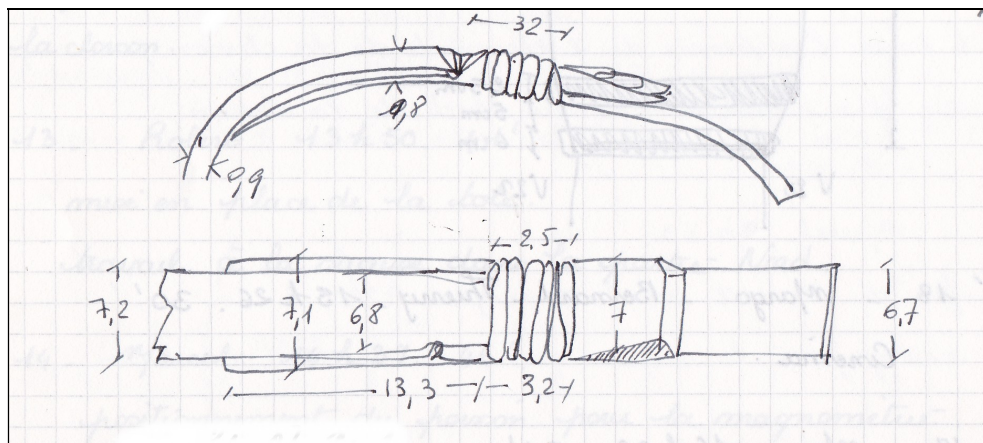


Figure 22 – Ligature type 1 du baril A 334 (dessin M.G.)

Capacité

$L_j = 59,7$

$d_i = 23,2$

$D_i = 28,9$

$V_c = 34,16 \text{ dm}^3$ ou **34,16 litres**

Volume total/encombrement

$L_{ht} = 63 + 5 = 68$

$d_e = 23,2 + 1,8 = 25$

$D_e = 28,9 + 1,8 = 30,7$

Volume total = $44,27 \text{ dm}^3$ ou **44,27 litres**

A 335

N°	Lt	Lj	IN	IM	IS	e
4	/	/	7,6	8,4	/	/
5	53	48,2	7,3	8,2	7,3	/
6	52,7	48,3	4,8	5,4	4,9	0,6
7	53	48,2	4,8	5,6	5,2	/
8	/	/	6,4	/	/	/
9	/	/	7,6	8,4	/	/
Sans n°	/	/	6,5	7,1	/	/

Fonds

1 – morceau incomplet

2 – Morceau, diamètre = 27,2, épaisseur = 1,5 cm

A 208

Ce baril observé au cours de la campagne 1987, sous le premier pont au niveau du bau BX7 (figure 1) a été laissé en place. Seule une série de mesures *in-situ* a été relevée.

N°	Lt	Lj	IN	IM	IS	e
3	/	/	/	/	6	/
4	/	/	/	/	7	/
5	58	53	/	/	3,5	0,7
6	/	/	/	/	5	/
7	/	/	/	/	3,5	/
8	/	/	/	/	2,5	/
9	/	/	/	/	6	/
10	/	/	/	/	4,5	

Fond sud

Fond en deux parties. Diamètre 26 cm, épaisseur = 2 cm

Cerclage

Un cerclage extérieur de type 1, de 5 cm de large et 1 cm d'épaisseur, déborde de 2,5 cm de l'extrémité des douves. Ce cerclage est chevillé sur les douves au-delà du jable.

Le reste du cerclage est formé de 6 liens en bois refendu comportant des ligatures en osier

Ce baril morphologiquement proche des barils de la soute à poudre semble cependant, compte tenu de son type de cerclage, plutôt correspondre au baril de galère destiné à contenir l'eau transvasée des barriques pour la consommation journalière.

On retrouve ce type de baril en France au XVIIIème siècle avec une longueur totale de 59,6 cm et un diamètre aux extrémités de 24,4 cm. (Boudriot, 1974, p. 108)

2.3 - Analyse des essences utilisées.

N°	Chêne Q. sp.	Chât.	Pin marit.	Pin sylv.	Sapin	Hêtre	Noiset.	Orme	Saule	Mélèze	Erable	Osier	Liège
A 315 fond					*								
A 317 douve					*								
A 317 fond			*										
A 318 douve						*							
A 318 cerclage					*								
A 318 fond					*								
A 319 douve						*							
A 319 fond						*							
A 319 cerclage							*						
A 320 douve					*								
A 320 fond					*								
A 320 cerclage								*					
A 321 douve									*				
A 321 fond			*										
A 321 cerclage					*								
A 322 fond										*			
A 322 cerclage							*						
A 322 cerclage											*		

	Chêne Q. sp.	Chât	Pin marit.	Pin syl.	Sapin	Hêtre	Noiset.	Orme	Saule	Mélèze	Erable	Osier	Liège
A 332 douve 1					*								
A 332 douve 2			*										
A 332 fond											*		
A 332 cercle 1		*											
A 332 cercle 2							*						
A 333 douve 1		*											
A 333 douve 1		*											
A 333 fond				*									
A 333 cerclage					*								
A 334 douve 1					*								
A334 douve 2					*								
A 334 fond						*							
A 334 cerclage						*							
A 335 douve						*							
A 335 fond						*							
A 335 cerclage 1	*												
A 335 cerclage 2	*												

Ce qui frappe au premier abord, c'est la grande diversité des dimensions, des formes, et des solutions adoptées pour le cerclage, mais aussi des essences utilisées

Pour ce qui concerne les dimensions, les longueurs varient de 52 à 78 cm, le diamètre des fonds de 23 à 29 cm, ce qui donne des volumes d'encombrement allant de 41 à 62 litres et une contenance comprise entre 32 et 47 litres.

2.4 - Références historiques

Nous trouvons dans les archives de nombreuses références concernant l'embarquement d'eau et de poudre soit en poids, soit en volume, soit en nombre de barils ou de « caques ».

1 – 1441 – Statut génois du 6 septembre 1441 (Imposicio officie Gazarie) Il s'agit des règles d'équipement imposées aux propriétaires et aux patrons de navires, sous peine d'amende :
« Item trois barils de poudre pour les bombardes sous peine de 20 florins pour chaque baril manquant ».

2 – 1495 - A bord de la *nave* d'Angeli Lomellini⁹ :
« - bariles quinque pulveris, a numero V
- bariles quator decim ab aqua, a numero XIII »

3 – 1498 - Pour une *nave* de plus de 10 000 cantares [460 t]¹⁰
« - polvere cantara XXX [1428 kg]
- bote per aqua LXX
- barrile per aqua L »

4 – 1515 dans l'inventaire de la *Loyse* ¹¹:
« Quatre sacquetz de cuir... pour servir à mettre pouldre a canon pour led. canonniers. »

5 – 1525, dans l'inventaire de la *Grande Maîtresse* [700 t. environ], une nef armée d'une très puissante artillerie (34 grosses pièces de bronze et 4 pièces de fer)¹²

« Plus onze grantz quacques¹³ de pouldre pesans chacun troys quintaulx et demy ou environ et dix huict barilz aussi de pouldre pesant chacun ung quintal et demy ou environ qui est en tout vi milliers et demy. »

Arrêtons nous sur cet inventaire qui est le seul à nous donner la capacité d'un baril de poudre, soit un quintal et demi. Le quintal valant 48,951 kg, ces barils contiennent 73,4 kg de poudre. Cette valeur est supérieure à celle des barils de la *Lomellina* dont la contenance moyenne est d'environ 40 litres soit 40 kg, si on prend une masse volumique de 1 pour la poudre.

⁹ Alberto d'Albertis, *L'arte nautica ai tempi di Colombo*. Inventarium navis nomini Angeli Lomellini – Arcivio di stato di Genova (A,S,G,) – Archivio notarile – Atti del notario Antonio Pastorino , filza 10.

¹⁰ Alberto d'Albertis, *L'arte nautica ai tempi di Colombo*. Nova forma pro navibus (28 août 1498). A.S.G. – Archivio Segreto – Diversorum a 1497-1500, n°162/656.

¹¹ Archives départementales de la Loire Atlantique – EE 79, f°5v°, Inventaire de la *Loyse*.

¹² M. Guérout, B. Liou, *La Grande Maîtresse, nef de François Ier*, Paris, 2001, p.81 Inventaire du 20 novembre 1525 – Archives départementales des Bouches-du-Rhône B 1260, P. 74-80.

¹³ La poudre extraite des barils dans lesquels elle était conditionnée, était conservée dans des sacs (quacques) de cuir.

Cette différence illustre probablement des pratiques différentes entre le royaume de France et la république de Gênes en matière de conditionnement des poudres.

La contenance des sacs de cuir (quacques) est évaluée à 3,5 quintaux soit 171,35 kg. Notons à propos des « quacques » et des barils que l'évaluation de la contenance est suivie de l'expression : « ou environ » qui confirme bien que la contenance des barils n'est pas standardisée.

6 – A bord de la *nave Santa Maria* dites *Bertorota* [380 t.] - (1er avril 1557).¹⁴

armée de 4 canon de bronze, 10 canons de fer et 7 émerillons de fer :

« - botte per aqua numero 10 tale quale

- bote da vino numero 2 »

« - polvere per ditto artasaria barille a numero 14 »

L'évaluation de la quantité minimale de poudre embarquée à bord de la *Lomellina* à partir de nos observations est d'environ 760 kg, dans la mesure où 19 barils ont été mis au jour et que le poids moyen de ceux qui ont pu être mesurés est d'environ 40 kg. On peut remarquer cependant que la *Lomellina* étant en carénage en rade de Villefranche, il est possible que la totalité de sa dotation n'ait pas été conservée à bord, par ailleurs il n'est pas certain que tous les barils de poudre se trouvant à bord au moment du naufrage aient subsistés jusqu'à la fouille archéologique. En effet si on se réfère à la référence n°3 (citée ci-dessus) concernant une nave de 460 t. la quantité observée est deux fois moins importante.

Les frises du château d'Assier qui appartenait à Jacques Galiot de Genouillac, grand maître de l'artillerie de François Ier, représentent diverses scènes évoquant ses campagnes et montrent des pièces d'artillerie et le matériel nécessaire à leur mise en œuvre. On y voit en particulier des barils de poudre (Figure 23). La première remarque est que les barils de poudre représentés, illustrant sans doute ceux qui étaient en usage à terre en France, sont différents de ceux observés sur la *Lomellina*, au moins en ce qui concerne le cerclage.

¹⁴ Vilma Borghesi, Manlio Calegari, *La nave Bertorota (1547 – 1561)* in *Guerra i commercio nell'evoluzione della marina Genovese tra XV e XVII secolo*, p.113 – A.S.G. Notaro Saoli Carrega Stefano Filza 19 1557 – Inventario della nave Santa Maria (1° aprile 1557).



Figure 23 - Fresque du château d'Assier

2.5 - Références archéologiques

Aucune référence archéologique ne concerne à notre connaissance le XVI^e siècle. Hormis un baril trouvé sur l'épave de la *Trinidad Valencera* (1585) qui pourrait être un baril de poudre compte tenu de ses dimensions : longueur des douves longitudinales = 60,5 cm mais le diamètre des fonds est seulement de 13,4 cm¹⁵.

3 - Conclusion.

En l'absence de références archéologiques, la fouille de la *Lomellina* a confirmé les sources historiques, situant la soute à poudre à l'avant des navires génois., sans toutefois mettre en évidence les aménagements particuliers préconisés par Philippe de Clèves.

Outre les observations concernant leurs dimensions, la caractéristique principale des barils de poudre est leur système de cerclage le plus souvent constitué de lattes retenues par des encoches pratiquées sur le dos des douves longitudinales et plus particulièrement d'une latte débordant l'extrémité des douves d'environ 4 à 5 cm. Ces lattes d'extrémité étant quant à elles chevillées sur l'extrémité des douves au-delà du jable On peut voir dans cette dernière particularité le souci d'isoler du sol le baril lui-même afin d'éviter tout contact direct avec l'humidité.

L'utilisation de ce type d'encoche s'accompagne d'un système de ligature qui ne permet pas un serrage rigoureux. Cette remarque concerne particulièrement les ligatures de type 2. Ces barrils qui contenaient un produit pulvérulent, n'exigeaient sans doute pas un serrage aussi ferme que pour les tonneaux contenant du liquide, ce explique sans doute l'usage d'un type de cerclage différent.

¹⁵ Catalogue de l'exposition *Les trésors de l'Armada*, Belfast, 1985, p.119

4 - Bibliographie

d'ALBERTIS Alberto, *L'arte nautica ai tempi di Colombo*

ANONYMES, 1985 - Catalogue de l'exposition *Les trésors de l'Armada*, Belfast, p.119

BORGHESI Vilma, CALEGARI Manlio, *La nave Bertorota (1547 – 1561)* in *Guerra i commercio nell'evoluzione della marina Genovese tra XV e XVII secolo*, p.113

CAZENAVE de la ROCHE Arnaud, 2001 - *Etude sur une cargaison de barriques mises au jour dans l'épave de Villefranche-sur-mer (1516 ?)*, Mémoire de diplôme de l'école des hautes études en sciences sociales, Paris.

GATTI Luciana, 1975 - *Costruzioni navali in Liguria fra XV e XVI secolo*, in *Studi di storia navale*, Centro per la storia della tecnica in Italia del Consiglio Nazionale delle ricerche, Albisola.

GUEROUT Max., LIOU Bernard, 2001 - *La Grande Maîtresse, nef de François Ier*, Paris, 2001

LAVERY Brian, 1987 - *The arming and fitting of English Ships of War; 1600 – 1815*, London.

PAVIOT Jacques, 1997 - *Philippe de Clèves, Seigneur de Ravenstein, L'instruction de toutes maniere de guerroyer (...) sur mer*, Paris,