Thèse de Doctorat

Magali VEYRAT

Mémoire présenté en vue de l'obtention du
grade de Docteur de l'Université de Nantes
sous le label de L'Université Nantes Angers Le Mans

École doctorale : *ED 496 – Sociétés, Cultures, Echanges*

Discipline : *Archéologie des périodes historiques (CNU 21-22)*
Spécialité : *Archéologie sous-marine*
Unité de recherche : *CRHIA (EA 1163)*

Soutenue le : 03/10/2016
Thèse N° :

Le mobilier en plomb dans la marine en bois (XVIe - XIXe siècles) Le cas du littoral français

Volume 1 : Synthèse

JURY

Rapporteurs :	**Liliane PEREZ,** Professeur d'histoire moderne, Université Paris Diderot – Paris 7 **Eric RIETH**, Directeur de recherche émérite CNRS, Université Paris Panthéon Sorbonne – Paris 1, LAMOP (UMR 8589 – CNRS)
Examinateurs :	**Michel L'HOUR,** Conservateur Général du Patrimoine. Directeur du DRASSM (Département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-Marines)
Président de jury :	**Thierry SAUZEAU**, Professeur d'histoire moderne, Université de Poitiers**,** CRiHAM
Directeur de Thèse :	**Martine ACERRA**, Professeur d'histoire moderne, Université de Nantes, CRHIA
Co-directeur de Thèse :	**Agnès BALTZER**, Professeur de géographie, Université de Nantes, Laboratoire Géolittomer (UMR 6564 LETG – CNRS)

Le mobilier en plomb dans la marine en bois (XVIe - XIXe siècles)
Le cas du littoral français

Volume 1 : Synthèse







Vitrines de l'exposition *Mémoire à la mer. Plongée au cœur de l'archéologie sous-marine*, inaugurée à Marseille en Avril 2016 pour le cinquantenaire de la création du DRASSM (photos M. Veyrat)

Résumé

Exploité par l'Humanité depuis l'Antiquité, le plomb offre de nombreuses qualités (faible coût, étanchéité, résistance aux sels marins, facilité de mise en forme, réutilisation), qui en ont fait l'un des métaux les plus largement utilisés dans la Marine, toutes époques confondues. Pourtant, ce matériau a fait l'objet de peu d'études scientifiques et historiques. Le premier objectif de ce travail était de dresser un inventaire exhaustif du plomb parmi les collections archéologiques issues de sites sous-marins du littoral français de la période moderne (XVIe – XIXe siècles). Cette démarche a permis de constituer une base de données riche de 569 enregistrements, constituant désormais un outil de référence inédit en France. Son exploitation a mis en lumière la pluralité des usages et des formes du plomb embarqué, ce que ne révèlent pas forcément les sources historiques. Mis en œuvre dans la quasi-totalité des activités des marins, s'intégrant à l'architecture du navire, embarqué comme matière première ou cargaison commerciale, le plomb est omniprésent dans les flottes militaires et civiles. L'ambition de ce travail est de montrer la richesse des données du plomb et l'importance économique et technique largement méconnues de ce matériau. Pour ce faire, il a fallu bâtir une approche pluridisciplinaire: constitution d'un glossaire, étude historique, technologique et archéologique, statistiques, analyses physico-chimiques et répartition spatiale. La réalisation de ce catalogue de référence et la proposition d'outils d'identification et d'interprétation pour ce mobilier devraient permettre de restituer toute sa place à ce métal si nécessaire aux marines anciennes.

Remerciements

Je tiens en premier lieu à adresser un chaleureux remerciement à Elisabeth Veyrat et Thierry Boyer pour m'avoir fait entrevoir, il y a cinq ans déjà, toute la richesse que pouvait représenter l'étude du mobilier en plomb de la période moderne. Leurs critiques exigeantes m'ont permis de tirer le meilleur de cette étude et d'approfondir largement mes réflexions.
Je souhaite également exprimer ici toute ma gratitude à mes deux directrices de thèse, Martine Acerra, professeur au CRHIA de l'université de Nantes et Agnès Baltzer, professeur au LETG de cette même université, pour la disponibilité et l'écoute dont elles ont fait preuve à mon égard tout au long de ces trois années. Leurs réponses à la multitude de questionnements qui m'ont assailli au cours de ces années ont été vitales pour l'aboutissement de cette recherche.
Je voudrais également profiter de cette tribune pour remercier les professionnels et scientifiques ayant accepté de prendre part au jury de cette thèse, apportant ainsi leurs regards spécialisés à l'évaluation de ce travail : Michel L'Hour, conservateur général du patrimoine et directeur du DRASSM, Liliane Perez professeur à l'université Paris 7, Eric Rieth professeur émérite de l'université Paris 1 et Thierry Sauzeau, professeur à l'université de Poitiers.

Je dois aussi beaucoup au personnel du DRASSM : à son directeur Michel L'Hour, mais aussi à Florence Richiez du service documentation, à Nathalie Huet et Lila Reboul de la cellule de conservation préventive, et à l'ensemble du personnel du service m'ayant guidée et épaulée lors du dépouillement des archives de fouille et des dépôts mobilier. Sans leur aide et l'accès aux collections d'état, il n'aurait jamais été possible de constituer ce corpus archéologique.
Une autre de mes pensées va aux nombreux conservateurs des musées maritimes de France et de l'étranger qui ont toujours facilité mon accès à leurs collections, tels que Yan Von Armin au musée Maritime de Mahébourg, Marc André Bernier pour l'autorisation d'accès aux réserves archéologiques de Parcs Canada, Laurent Delpire pour les réserves du Croisic, Guillaume Julien pour l'accès à l'ensemble de la collection conservée au musée National de la Marine, Véronique Proner et Christelle Chouzenoux pour leur accueil au musée Maritime de Nouvelle-Calédonie ou encore Jean-Philippe Rose aux réserves du musée d'histoire de Saint-Malo. Je tenais aussi à remercier ici les nombreux scientifiques et amateurs m'ayant communiqué leurs données personnelles sans aucune restriction, ce qui a considérablement renforcé le socle scientifique de cette recherche. Je pense notamment en particulier à Bernard Allaire, Amy Borgens et Brad Jones, Daniel David, Jerzy Gawronski, Max Guéroult, Bernard de Maisonneuve, Hugues Priol, Annick Texier ou encore Arent Vos.
Le responsable des plombiers-fontainiers de Versailles, Gilles Bultez, doit lui aussi être ici chaleureusement remercié pour avoir rendu possible la visite des leurs ateliers techniques.
La mise en place des analyses physico-chimiques quant à elle n'aurait pu se faire sans l'appui financier du CRHIA, mon laboratoire de recherche, et du DRASSM, ni sans l'appui technique et scientifique d'Antoine Bézos et Carole La, travaillant tous deux au sein du LPG de l'université de Nantes. Une partie des analyses ayant été confiée à Emmanuel Ponzeverra de l'IFREMER de Brest, il me faut ici aussi lui envoyer de sincères remerciements.
En ce qui concerne les données documentaires recueillies, socle de toute réflexion archéologique et historique, je voudrai citer l'ensemble des documentalistes m'ayant permis,

non seulement d'accéder aux documents, mais surtout de retrouver mon chemin dans les méandres des archives de la marine. Mes pensées vont d'ailleurs à Jean-Luc Lahitte, collègue et ami qui m'a patiemment formée à l'art de la recherche en archives, à l'ADRAMAR et au Musée Maritime de Tatihou pour m'avoir laissé un libre accès à leurs centres de documentation si fournis.
Et pour clore les remerciements liés à l'aspect purement pratique de la réalisation de cette recherche, je voudrai remercier Martin Juigner, du LETG de l'université de Nantes, que j'ai largement sollicité pour constituer mon SIG et qui n'a jamais perdu patience.
J'espère de tout cœur ne pas avoir commis d'impair en oubliant certains de mes bienfaiteurs, mais ils ont été tellement nombreux à croiser ma route au cours de ces trois années de thèse et à m'apporter leur aide par mille et une façons que cette liste doit sûrement être incomplète. Qu'ils soient tous ici remerciés chaleureusement.

Je tiens enfin à exprimer toute mon affection à l'ensemble des mes collègues et amies, Gaëlle Dieulefet, Olivia Hulot, Marine Jaouen, Marine Sadania, pour leur soutien sans faille et leurs conseils avisés sur la manière de gérer ce marathon que représente un tel travail.
Enfin, un grand merci à toute ma famille : mes grands-parents Colette et Jean-Gérald et mes parents Christiane et Stéphane pour le temps passé sans compter à relire ces nombreuses pages et ma sœur Lola pour sa patience lors de mes discours interminables et passionnés sur le plomb. Une dernière pensée toute spéciale est ici adressée à Christopher, pour sa présence bienveillante et son appui indéfectible malgré les doutes et les peurs ayant jalonné ce travail de longue haleine.

TABLE DES MATIERES

RESUME II

REMERCIEMENTS IV

AVERTISSEMENTS 1

INTRODUCTION 3

1. UNE METHODOLOGIE ORIGINALE A METTRE EN PLACE 20

1.1. INVENTAIRE DES CORPUS D'ETUDE : MOBILIER ET DOCUMENTAIRE 21

1.1.1. Le corpus archéologique *22*
1.1.2. Le corpus documentaire *31*

1.2. DES OUTILS DE TRAVAIL SPECIFIQUEMENT CREES 34

1.2.1. Une base de données pour enregistrer le plomb *34*
1.2.2. Dessin normalisé du mobilier *40*
1.2.3. Base de données bibliographique *41*
1.2.4. Création d'un Système d'Information Géographique *41*

1.3. INTERDISCIPLINARITE DE CETTE RECHERCHE 42

1.3.1. Etapes de l'étude archéologique *42*
1.3.2. L'apport des sources documentaires *44*
1.3.3. Analyses physico-chimiques et métallographie *50*
1.3.4. Histoire et archéologie des techniques *52*
1.3.5. Approche spatiale *52*
1.3.6. Histoire économique du plomb *54*

2. LE PLOMB : DE SON EXTRACTION A SA MISE EN FORME POUR LA MARINE 56

2.1. EXTRACTION DU MINERAI 60

2.1.1. Généralités *61*
2.1.2. Vers une capitalisation de l'exploitation du plomb *68*
2.1.3. Recensement des mines en exploitation entre le XVIe et le XIXe siècle *72*

2.2. MISE EN FORME 76

2.2.1. Fabrication du plomb d'œuvre *76*
2.2.2. Coulée des saumons *89*
2.2.3. Coulée des tables de plomb *98*
2.2.4. Coulée ou martelage des tuyaux *113*
2.2.5. Réalisation du petit mobilier *123*

2.3. APPROVISIONNEMENTS DES ARSENAUX ET DES NAVIRES EN PLOMB 125

2.3.1. Généralités sur le commerce du plomb *125*
2.3.2. Modalités du commerce maritime *129*
2.3.3. Le métier de plombier *136*
2.3.4. Spécificité des productions des plombiers des arsenaux *144*

2.3.5. Des plombiers à bord ? ... *149*

2.4. LE PLOMB EMBARQUE D'APRES LES SOURCES HISTORIQUES ... 150

2.4.1. Le plomb comme cargaison ou lest ... *153*
2.4.2. Le plomb du maître Calfat ou du Charpentier ... *162*
2.4.3. Le plomb du maître Canonnier ... *177*
2.4.4. Le plomb du pilote ... *187*
2.4.5. Le plomb de l'écrivain ... *190*
2.4.6. Autres équipements du bord ... *191*
2.4.7. Aménagements du navire ... *195*

3. APPORTS ORIGINAUX DE L'ARCHEOLOGIE ... 203

3.1. APPORTS GENERAUX DE L'ETUDE ARCHEOLOGIQUE ... 203

3.1.1. Modes de chargement des lingots ... *203*
3.1.2. Etude macroscopique et microscopique ... *211*
3.1.3. Catégories de mobilier en plomb découvert ... *218*

3.2. ARCHEOLOGIE EXPERIMENTALE ET ETHNOGRAPHIE : LES GESTES DU PLOMBIER ... 226

3.3. APPORT DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES ... 234

3.3.1. Généralités ... *234*
3.3.2. Méthodologie ... *237*
3.3.3. Eléments traces ... *243*
3.3.4. Isotopes du plomb ... *252*
3.3.5. Analyse du mobilier du bord ... *267*

3.4. LES VESTIGES ARCHEOLOGIQUES ET LES SIG : DE MULTIPLES AXES DE RECHERCHE ... 268

3.4.1. Rappel des propriétés du SIG mis en place ... *268*
3.4.2. Analyses chronologiques ... *270*
3.4.3. Analyses fonctionnelles ... *272*
3.4.4. Autres pistes de recherche pluridisciplinaire ... *280*

4. VERS UNE DEFINITION DU PLOMB EMBARQUE ... 290

4.1 LE PLOMB BRUT ET SEMI-BRUT ... 292

4.1.1. Les saumons ... *292*
4.1.2. Les plombs en table ... *374*

4.2. DU PLOMB POUR ETANCHEIFIER ET TENIR HORS D'EAU LES NAVIRES ... 386

4.2.1. Le doublage et renfort des coques ... *387*
4.2.2. Chaudrons de pompe ... *416*
4.2.3. Tuyaux de plomb ... *428*

4.3. LE PLOMB DANS LE MOBILIER DU BORD ... 455

4.3.1. Artillerie ... *455*
4.3.2. Equipement du bord ... *509*
4.3.3. Agrès et apparaux ... *541*
4.3.4. Objets personnels, loisirs ... *545*

4.4. ELEMENTS ENCORE NON IDENTIFIES 557

4.4.1. Disques en plomb 558
4.4.2. Lest de loch ? 560
4.4.3. Récipients 563
4.4.4. Autres 566
4.4.5. Outils composites : bois et plomb 567

CONCLUSION 574

SOURCES 588

BIBLIOGRAPHIE 594

LISTE DES FIGURES 601

LISTE DES TABLEAUX 627

Résumé 628
Abstract 628

Avertissements

Principales abréviations

AD : Archives Départementales

- AD 13 : Archives Départementales des Bouches du Rhône
- AD 17 : Archives Départementales de Charente-Maritime
- AD 33 : Archives Départementales de la Gironde
- AD 35 : Archives Départementales d'Ille-et-Vilaine
- AD 44 : Archives Départementales de la Loire-Atlantique
- AD 64 : Archives Départementales des Pyrénées-Atlantiques

ADRAMAR : Association pour le Développement de la Recherche Archéologique MARitime

AN : Archives Nationales

DRASSM : Département de Recherches Archéologiques Subaquatique et Sous-Marine

UEIC : United East India Company soit en français la Compagnie anglaise des Indes Orientales, créée en 1600

EPMA : Electron Probe Micro Analyser (Microsonde de Castaing)

ICP-MS : Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (Spectromètre de masse à source plasma)

ICP-AES : Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (Spectromètre à émission optique, atomique à source plasma)

ICP-OES : Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (Spectromètre à émission optique à source plasma)

IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer

LPG : Laboratoire de Planétologie et de Géodynamique

MC-ICP-MS : Multi-Collector Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (Spectromètre de masse à source plasma et à multi-collection)

SHD : Service Historique de la Défense

SIG : Système d'Information Géographique

VOC : Vereenigde Oostindische Compagnie soit en français Compagnie Néerlandaise des Indes Orientales, créée en 1602

XRF : X-Ray Fluorencense (Fluorescence X)

Abréviation des éléments chimiques :

Ag : Argent / Al : Aluminium / As : Arsenic / Bi : Bismuth / Ca : Calcium / Cd : Cadmium / Cr : Chrome / Cu : Cuivre / Fe : Fer / Mg : Magnésium / Mn : Manganèse / Ni : Nickel / Pb : Plomb / S : Soufre / Sb : Antimoine / SiO^2 : Dioxyde de silicium / Sn : Etain / Te : Tellure / Tl : Thallium / Zn : Zinc

Références bibliographiques dans le texte :

Le choix a été fait de les présenter sous une forme abrégée directement dans le texte ou en note de bas de page (Auteur, date de publication et/ou titre de l'ouvrage) mais aussi dans les légendes (Auteur, année de publication, n° de page, n° figure si besoin) car elles ont toutes été intégrées sous une forme très détaillée au sein de la bibliographie générale, présentée en fin d'ouvrage.

Retranscription des documents d'archive :

Lorsque des citations issues d'archives ont été intégrées à ce document, leur retranscription a été la plus fidèle au texte. Ainsi, l'ensemble des ponctuations, fautes d'orthographes ou termes de vieux français, a été conservé à l'identique.

Introduction

Comment justifier toutes ces années passées à étudier, sous toutes ses formes, ce métal qui est «*le moins considérable de tous*», pour reprendre l'expression du *Grand dictionnaire des Arts et des Sciences* de 1696 ? En premier lieu parce que la démarche de l'archéologue et de l'historien doit s'attacher à comprendre et étudier les matériaux les plus quotidiens des sociétés disparues, pour être au plus près de leur réalité historique. Et quel métal est, au final, plus proche des anciennes populations humaines que le plomb, extrayable aisément et modelable à volonté ? En second lieu, c'est aussi, et surtout, parce que les vertus du plomb en ont fait l'un des métaux les plus utilisés dans la marine, toutes époques confondues. Abondant, peu cher, réutilisable, dense et résistant aux sels marins, nul doute que le plomb est l'ami des hommes, mais il est mal aimé ! Comme aucune étude archéologique et historique globale des utilisations du plomb à bord n'a jamais été entreprise, ce présent travail s'est attelé avec enthousiasme et passion à cette tâche.

Mais par où débuter ce travail de synthèse de près de cinq ans de recherche et dire ici toute l'émotion qui est la mienne sans pour autant tomber dans le surfait ? Je crois qu'il me faut tout d'abord raconter la genèse de cette démarche…et peu nombreux seront ceux qui s'étonneront de voir apparaitre ici le nom de ma tante Elisabeth Veyrat. Ayant très rapidement abandonné mon rêve d'enfant de devenir paléontologue, car trop ancien et déconnecté de l'histoire des Hommes à mon goût, c'est avec une joie immense que j'ai accepté l'invitation de ma tante à me plonger dans les méandres de l'archéologie sous-marine sur les épaves de la Natière à Saint-Malo[1] entre 2001 et 2009. Par la suite, cette passion ne m'a plus jamais quittée et cela s'est concrétisé en 2010 par la définition d'un sujet de recherche de Master 1 en archéologie sous-marine au sein de l'université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. Là encore, l'expertise d'archéologues aguerris s'est révélée indispensable. C'est donc sur les conseils avisés de Thierry Boyer et d'Elisabeth Veyrat que j'ai débuté une étude approfondie des plombs de sonde, et depuis ce jour, le plomb s'est imposé à moi comme une évidence, tant ce sujet d'étude est riche et novateur. Mais pourquoi donc étudier ce métal décrié, présentant si peu de valeur financière ? Cette mauvaise image était déjà largement diffusée dans les définitions historiques, comme en témoigne *Le grand dictionnaire des Arts et des Sciences*, rédigé par l'Académie Française en 1696 : *« Métal qui tient du blanc et du noir et qui est le plus mou et le plus fragile et le moins considérable de tous* »[2] et elle ne s'est pas améliorée de nos jours tant la peur du saturnisme[3] est grande.

1 Il s'agit de deux frégates naufragées à l'entrée du chenal de Saint-Malo, sur les roches de la Natière : la *Dauphine* (Natière 1), corsaire perdu au retour d'une campagne de course en 1704, et *L'Aimable Grenot* (Natière 2), échouée lors de son départ pour Cadix en 1749.

[2] ACADEMIE FRANCOISE 1696, Tome Quatrième M-Z., p. 135.

[3] Le saturnisme est une maladie neurologique induite par une intoxication à des teneurs de plomb élevées.

Pourtant le plomb présente de réels avantages pratiques et économiques. C'est un métal de couleur grise, facile à extraire sous la forme de galène[4] qui présente un point de fusion très bas (327°C) le rendant particulièrement facile à travailler. En effet, un simple foyer permet d'atteindre cette température de fusion et ainsi, de pouvoir le couler selon la forme que l'on désire. Il est également possible de le marteler ou de le découper sans difficulté car il s'agit d'un métal très malléable et souple. L'ensemble des sources écrites retrouvées au cours de cette thèse mentionnent cette facilité de travail, citons ici à titre d'exemple la définition fournie par le *Dictionnaire universel de commerce*, rédigé par Savary des Brulons en 1726: *« métal très grossier, le plus mou et le plus facile à fondre de tous les métaux quand il est purifié* »[5].

De plus, le plomb résiste bien à l'action des sels marins en formant une couche superficielle de couleur blanche, protectrice et stable dans le temps, contrairement aux autres métaux comme le fer ou le cuivre qui s'oxydent et sont détruits très rapidement. Le pH de la mer variant entre 7,5 et 8,4, la réaction de corrosion induite par l'eau permet la création de produits stables dans le temps et insolubles, tels que le carbonate, l'hydroxycarbonate, ou encore l'hydroxyde de plomb[6]. Enfin, sa densité très importante (11,36 g/cm^3) en fait un métal très lourd, parfaitement stable, même pour des volumes réduits. L'ensemble de ses caractéristiques le rendent donc parfaitement adapté au milieu maritime, ce qui explique son large emploi à bord des navires, et ce, dès l'Antiquité.

De nombreuses sources écrites témoignent de son utilisation fréquente dès les civilisations antiques. L'une des plus anciennes mentions du terme « plomb » retrouvée à ce jour, est un verset de l'Ancien Testament dont la datation est estimée entre le VIe et le IVe siècle avant J.-C. : « *Oh! Je voudrais que mes paroles fussent écrites, Qu'elles fussent écrites dans un livre; Je voudrais qu'avec un burin de fer et avec du plomb ; Elles fussent pour toujours gravées dans le roc...* »[7].

L'emploi du plomb ici n'est pas spécifiquement lié à la marine mais on peut sans grand doute imaginer que s'il était connu des hommes sur terre, ses avantages pratiques pour la marine ont rapidement dû être découverts. D'ailleurs, les preuves archéologiques sous-marines ne sont pas moins anciennes et confirment cet emploi précoce. Ainsi, la découverte d'un plomb de sonde, instrument de navigation dont nous expliciterons plus loin le fonctionnement (cf p.8), sur l'épave de Gela[8] en Italie, fait remonter l'usage du plomb dans la marine au moins au VIe siècle avant J.-C (FIGURE 1).

[4] Le plomb ne se retrouve plus dans la nature sous forme pure mais sous forme de galène notamment. Il s'agit d'un mélange de plomb et d'autres minerais associés dont notamment de l'argent et qu'on nomme dans ce cas, plomb argentifère. Ces minerais seront présentés en détail plus loin.

[5] SAVARY DES BRULONS 1726, tome troisième (L-Z), p. 876.

[6] http://culturesciences.chimie.ens.fr/printpdf/837

[7] JOB, Ancien Testament, chap. 19, v. 23 et 24.

[8] Poids en plomb servant à mesurer la profondeur sous la coque du navire et déterminer la nature des fonds marins, sur l'épave de Gela, ville de la côte méridionnale de Sicile, 500 B. C.

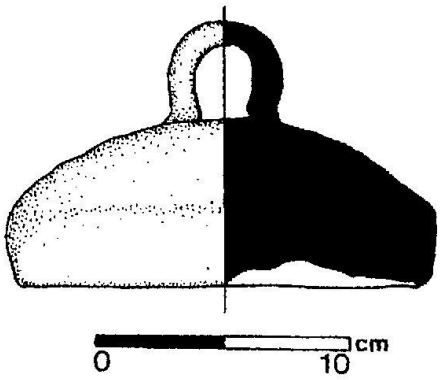


Figure 1 : Plomb de sonde découvert sur l'épave de Gela, Italie, 500 B. C. (Oleson, 2000, fig. 6A, p.300)

L'archéologue et historien des techniques antiques, John Peter Oleson, dans ses recherches sur les plombs de sonde israéliens, évoque leur premier emploi à cette même période : « *The sounding weight was the most widely used and critical piece of navigational equipment in the Mediterranean cultures from at least the sixth century B. C. until the appearance of the compass in this region in the eleventh or twelfth century A. D.* »[9].
Il semble donc attesté aujourd'hui que ce matériau ait été employé de manière très précoce pour la navigation. Cependant, à ce jour, aucune mosaïque antique n'illustre cette pratique de la sonde ; seules des sources écrites l'attestent. Il est donc difficile de reconstituer précisément la manière dont le plomb de sonde était mis en œuvre pour la période antique, mais la continuité de son emploi jusqu'à nos jours permet des analogies techniques assez cohérentes scientifiquement.

A cette même époque, le plomb n'était déjà pas exclusivement réservé aux instruments de navigation et pouvait également servir à d'autres usages du bord. Ainsi, le transport de lingots de plomb à bord des navires, à des fins commerciales ou de simple lestage de la coque, semble avoir été une pratique courante. Une mosaïque présentée au Musée du Bardo, en Tunisie, datant du IIIe siècle, présente de manière très claire une scène de déchargement d'une cargaison de lingots et leur pesée par des maitres spécialisés, reconnaissables par leur toge (FIGURE 2). L'identification de ces lingots comme étant du plomb est largement diffusée sur divers sites internet, cependant, il n'a pas été possible de retrouver la source première de cette interprétation et donc d'en vérifier la pertinence.

[9] OLESON 2008, p. 118.

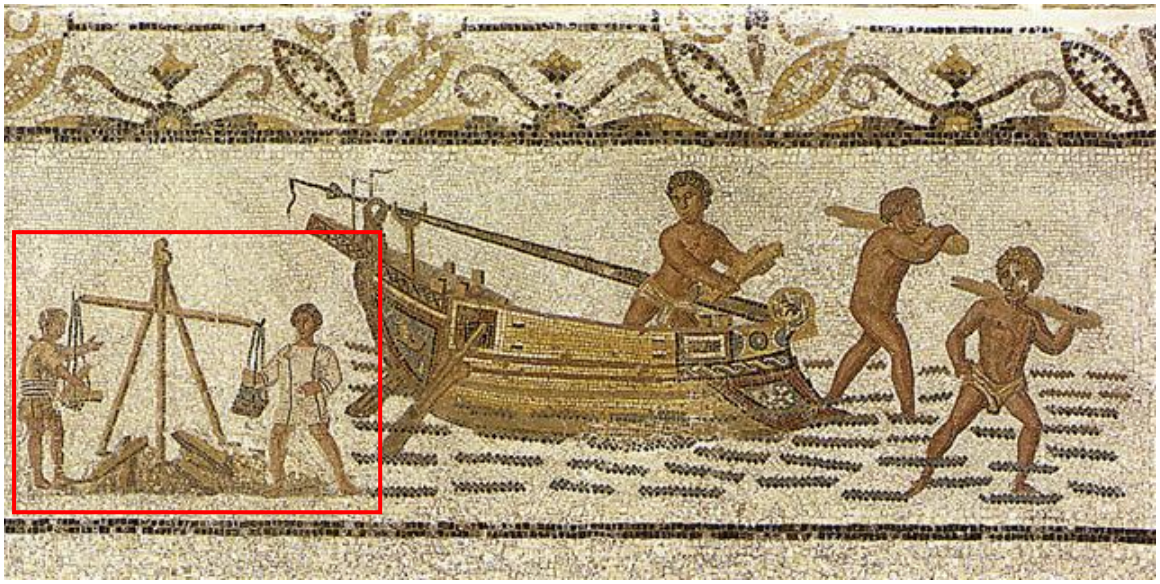


Figure 2 : Mosaïque découverte dans une chambre funéraire, présentant le déchargement et la pesée d'une cargaison de lingots de plomb (Musée du Bardo, Sousse, Tunisie, IIIe siècle)

D'ailleurs, dans l'ouvrage *La navigation dans l'Antiquité*, dirigé par Patrice Pomey, cette scène est décrite par un spécialiste de la période antique, Gianfrotta, comme étant le déchargement de lingots de plomb mais un point d'interrogation rajouté à la légende confirme ce doute persistant[10]. De plus, les morphologies des lingots de plomb antiques ayant été retrouvés archéologiquement ne semblent pas confirmer cette interprétation puisqu'ils se présentent soit sous une forme circulaire, de type « galette », soit sous une forme rectangulaire ; ce qui ne correspond pas avec la forme très allongée visible ici.
Cependant, même si elle est à employer avec précaution, cette illustration est tout de même particulièrement précieuse car c'est l'une des seules représentations possible du transport du plomb comme cargaison et par son existence même, elle témoigne de son importance dans la navigation usuelle.

Il faut encore mentionner un autre des emplois antiques du plomb, attesté historiquement : il s'agit du doublage des coques des navires par la fixation de feuilles de plomb par l'extérieur, en guise de protection contre les chocs et vers marins. Cet usage, mentionné dans certaines sources écrites, est bien documenté archéologiquement puisque des plaques de plomb de doublage ont été retrouvées sur un certain nombre d'épaves antiques[11].

De nombreuses études se sont penchées sur ces usages antiques, en particulier sur le transport de lingots de plomb et le doublage des navires. On peut citer ici à titre d'exemples celles menées par André Cochet sur la production du plomb en Gaule Romaine[12] ou celle dirigée en collaboration avec Sandrine Baron sur les lingots de plomb de l'épave de Sainte-Marie-de-la-

[10] GIANFROTTA dans POMEY dir. 1997, p. 159.
[11] Comme par exemple sur l'épave de la *Madrague de Giens*, Ier av. J.-C., ou encore celle du *Grand Congloué*, IIe av. J.-C. Ces sites seront présentés plus en détail au chapitre 4.2.1.
[12] COCHET 2000.

Mer[13]. Ces recherches ne traitent donc pas directement de l'objet d'étude de cette thèse, cependant elles n'en sont pas moins précieuses pour fournir des guides méthodologiques sur la manière d'étudier le plomb mais aussi permettre des comparaisons avec le mobilier équivalent découvert pour la période moderne. Il a néanmoins été nécessaire de garder à l'esprit que les méthodes employées pour analyser ces plombs antiques et les résultats obtenus, peuvent ne pas être parfaitement adaptés à la nature spécifique de la fabrication et des usages faits du plomb moderne. Les procédés métallurgiques de fonte du plomb et de sa désargentation par exemple, évoluent au fil du temps et peuvent influer sur la nature des résultats des analyses macroscopiques et chimiques faites sur le mobilier moderne. Des adaptations méthodologiques ont donc parfois été nécessaires mais il demeure néanmoins que ces études se sont révélées particulièrement instructives.

Ainsi, il ne fait aujourd'hui plus aucun doute que ce métal, par ses usages multiples, ait très tôt, joué un rôle primordial dans le développement de la navigation maritime. Son emploi n'a d'ailleurs cessé jusqu'à la période contemporaine, témoignant par la même occasion de la parfaite adéquation de ce métal avec le monde de la mer. D'ailleurs, certains marins se servent encore aujourd'hui de plomb à bord de leurs navires sous la forme de plombs de sonde, pour les aider dans leur navigation quotidienne. Eric Rieth, encadrant de cette recherche, en témoignait d'ailleurs dès notre Master 1.

Les usages antiques du plomb, dont les trois principaux ont été cités ci-dessus (sonde, doublage et cargaison), ont non seulement perduré mais ils semblent même se multiplier au fil des siècles. Ici, l'emploi d'une supposition est nécessaire car la bibliographie scientifique sur le plomb dans la marine antique n'a pu être dépouillée entièrement lors de cette recherche. Il est donc fort probable que dès l'Antiquité, les usages du plomb à bord aient déjà été plus nombreux. En effet, la très grande malléabilité du plomb permet de le mettre en forme aisément et de l'adapter aux divers besoins du bord, ce qui est, bien attesté pour la période moderne. Ainsi, pour ne citer ici que les fonctions principales connues, on peut mentionner la construction de tuyaux d'évacuation des eaux, la fabrication de pièces pour l'artillerie, la navigation, la métrologie, la création de récipients, ou encore la réalisation d'un certain nombre de réparations du bord. Le plomb s'apparente donc au métal « à tout faire », communément employé car facile à travailler même en mer, peu onéreux et résistant à la corrosion marine.

La variété des emplois qu'il peut remplir à bord, son usage continu au fil des siècles et sa résistance à l'eau de mer ont rendu ce métal omniprésent dans les collections muséographiques et sur les sites archéologiques sous-marins. Ce constat frappant a été fait lors des recherches menées dans le cadre des Master 1 et 2 sur une étude archéologique des plombs de sonde issus du littoral français. Déjà à cette époque, c'est l'absence quasi-totale de bibliographie sur ce mobilier, en comparaison de son importance numérique, qui avait justifié qu'on s'y attarde pour une recherche archéologique complète. Rappelons ici rapidement les

[13] BARON et COCHET 2003, p. 147-163.

caractéristiques de ce travail de recherche, les problématiques posées et les hypothèses qui ont pu être émises lors de ce Master.

La sonde, ce poids en plomb, plus ou moins pyramidal, permet au marin d'obtenir deux informations cruciales à toute navigation, à savoir la profondeur d'eau sous la coque du navire et la nature des sédiments constituant le fond. Cette étude, sur deux années, s'est déroulée par étapes : tout d'abord l'étude typo-chronologique de l'ensemble des plombs de sonde découverts sur le littoral français, depuis l'Antiquité jusqu'à la période moderne[14] suivi la seconde année, par un focus sur les plombs de sonde médiévaux et modernes (XVIe-XXe siècles)[15] afin de combler le vide bibliographique sur ce sujet pour la période moderne mais aussi de pouvoir exploiter l'ensemble des sources documentaires (iconographies, archives, correspondances, traités, dictionnaires de Marine…) existant à cette période. Ce travail d'inventaire d'un corpus inédit et l'analyse exhaustive de celui-ci nous a tout d'abord permis de mettre en évidence une évolution chronologique de la morphologie des plombs de sonde (FIGURE 3) en parallèle d'une grande constance dans leur mode d'emploi et leur mise en œuvre à bord.

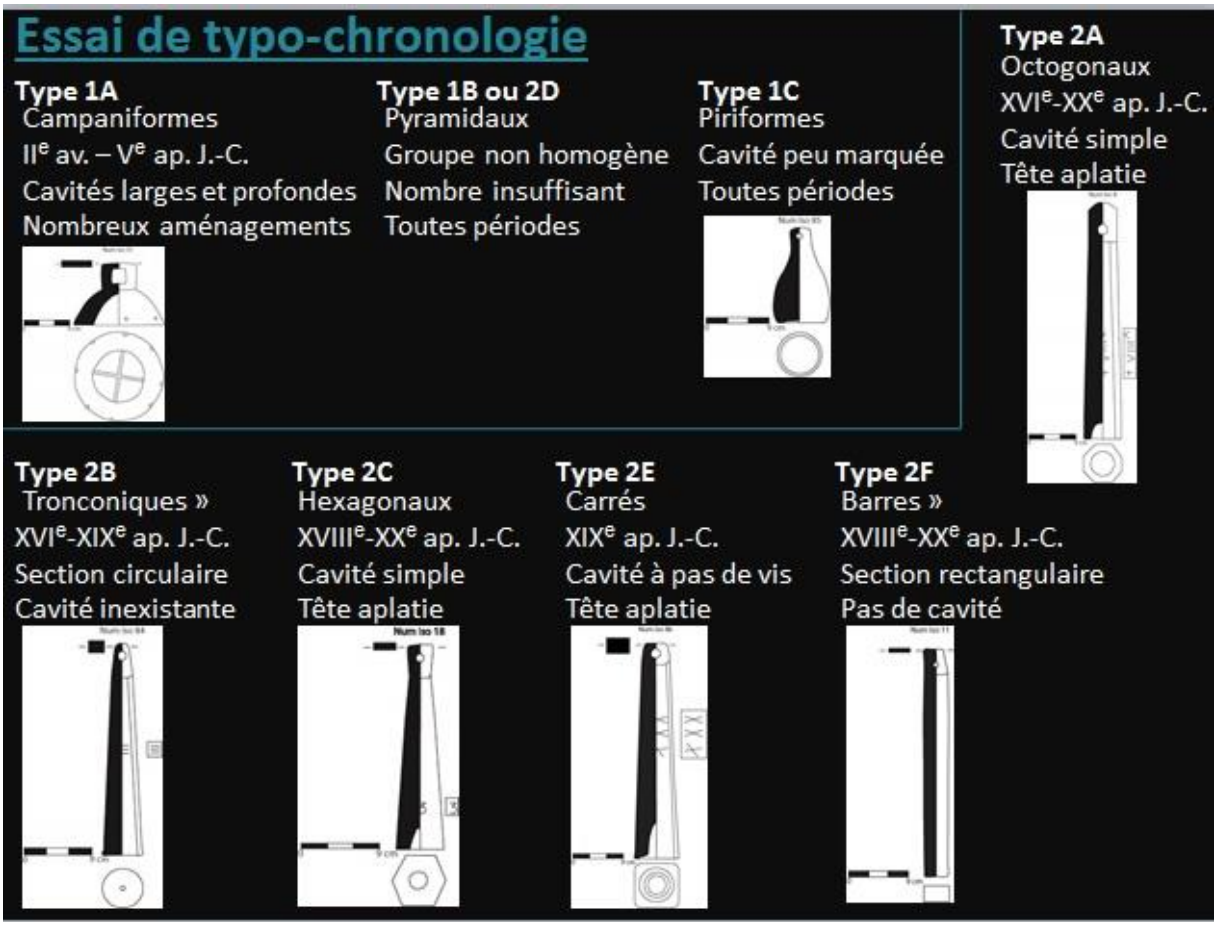


Figure 3 : Planche de présentation de Master 2 d'une proposition de typo-chronologie des plombs de sonde

[14] VEYRAT 2011.
[15] VEYRAT 2012.

Ensuite, l'importance de cet instrument pour la sécurité et la survie des marins est clairement apparue par l'analyse des sources écrites, comme l'atteste explicitement l'ouvrage de La Roque par exemple : *« mais pour plus grande sureté, comme la nuit étoit proche, j'envoyai toujours devant nôtre canot avec plomb et sonde ; et ce fut un grand bonheur pour nous, car nos gens trouvèrent bientôt un banc de roche, sur lequel nous devions necessairement passer et trois brasses d'eau seulement : ce qui nous obligea de revirer promptement de bord, et de changer dessein* »[16].

La complexité et le danger lié à la mise en œuvre des sondes, notamment par grandes profondeurs, ont également été relevés, permettant de mettre en avant le savoir-faire technique des sondeurs : « *Il y a des matelots pour qui sonder de cette manière est une passion, tant ils aiment à déployer la vigueur, l'adresse, le tact que cet exercice réclame ; ils accompagnent la sonde d'un chant dont le refrain accuse toujours les brasses et la qualité du fond* »[17] (FIGURE 4).

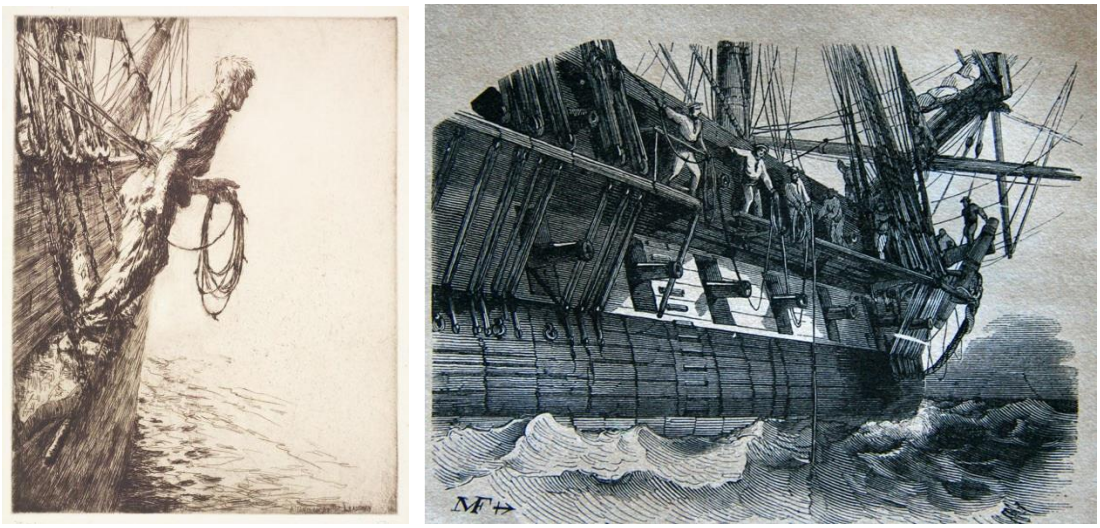


Figure 4 : Prise de risque des marins lors du lancement de la sonde par faible et forte profondeur (de gauche à droite : Briscoe, 1933, conservé au Het Scheepvaartmuseum et Fatio dans Pacini, 1843, p. 202)

Enfin, l'étude détaillée des caractéristiques intrinsèques des plombs de sonde : leur mode d'utilisation et leur lieu de stockage à bord, leurs évolutions typo-chronologiques, leur morphologie, leur masse et leur marquage etc… ont rendu possible la création d'un certain nombre d'indices pouvant être précieux pour les archéologues. Nous pouvons citer ici à titre d'exemple quelques-unes des hypothèses émises au terme de cette recherche, telles que l'estimation du tonnage du navire par les dimensions de ses plombs de sonde, la détection de l'étrave du navire par leur concentration *in situ* en zone avant lors de leur stockage à poste en navigation, ou encore la nationalité des navires selon la masse et les marques éventuelles portées par leurs sondes[18].

[16] LA ROQUE 1715, p. 74-75.
[17] LECOMTE 1835, p. 304.
[18] Pour plus de détails sur ces interprétations archéologiques, se référer aux conclusions du master 2, VEYRAT 2012.

Cependant, un certain nombre de questionnements sont apparus au cours de cette recherche auxquels la seule étude des plombs de sonde ne suffisait pas à répondre. Ainsi, les questions des techniques de travail de ce matériau, des circuits d'approvisionnement en plomb de la marine royale et privée, du rôle des plombiers dans la marine, de l'identification d'éléments en plomb non connus et présents en nombre dans les réserves muséographiques, ou encore de la compréhension de la variété de l'équipement en plomb d'un navire pour cette période restaient sans réponse. Aux vues de l'intérêt archéologique de ces problématiques et des résultats prometteurs de l'étude des plombs de sonde, il paraissait important de poursuivre ce travail de recherche dans le cadre d'une thèse et de tenter ainsi de faire la lumière sur ces zones d'ombre.

Afin de prendre en compte la multiplicité et diversité des éléments en plomb observés sur les sites archéologiques et dans les réserves des musées de l'ensemble du territoire français, le choix a été fait d'intégrer au corpus de cette thèse l'ensemble du mobilier en plomb issu d'épaves en bois du littoral français et datant de la fin du Moyen Age et de la période moderne (XVIe-XIXe siècles).

Les recherches bibliographiques menées préalablement à ce travail de thèse ont révélé les mêmes lacunes que celles déjà rencontrées au cours du Master : très peu d'études archéologiques et scientifiques ont été réalisées sur ce matériau, ce qui confirme la nécessité d'un travail exhaustif à ce sujet. Cette lacune bibliographique se ressent plus fortement encore pour la période moderne ; les lingots de plomb antiques et le doublage des coques en plomb pendant l'Antiquité ayant, au contraire, été plutôt largement analysés comme nous l'avons déjà signalé. L'aspect commun de ce métal, son absence de lustre ainsi que sa faible valeur économique pourraient expliquer pour une grande part le désintérêt dont la communauté scientifique a fait preuve à son sujet jusqu'à récemment.
Il faut toutefois spécifier que depuis une dizaine d'années, quelques études sérieuses et complètes ont été réalisées par des archéologues du monde entier sur du mobilier en plomb de la période moderne. Il s'agit cependant en majorité d'études portant sur les seuls lingots de plomb, n'incluant que très rarement le reste du mobilier du bord. Nous pouvons citer ici à titre d'exemple les publications portant sur les lingots de l'épave du *Zuiddorp* (1712) sur les côtes australiennes[19], ou encore sur ceux provenant de l'épave de *Poompuhar* (XVIIIe siècle) en Inde[20]. Bien que ces recherches n'abordent qu'un seul des artefacts considérés dans le cadre de cette thèse, elles se révèlent particulièrement utiles puisqu'elles rendent possible la création d'un cadre de référence des analyses et réflexions pouvant être menées sur les lingots de plomb modernes, des résultats qui peuvent en être escomptés et fournissent aussi des éléments de comparaisons morphologiques supplémentaires pour l'exploitation du corpus mobilier de cette recherche.
D'une manière plus générale, un vrai regain d'intérêt existe aujourd'hui pour le petit mobilier du bord et la culture matérielle des marins, se traduisant notamment par un certain nombre d'articles et d'expositions présentant du mobilier en plomb. Ce fut notamment le cas au sein

[19] DUIVENVOORDE, STEDMAN, BILLSTROM, STOS-GALE and MCCARTHY 2013, p. 150-166.
[20] TRIPATI, PARTHIBAN, VORA, SUNDARESH and BANDODKER 2003, p. 225-237.

de l'exposition itinérante, « la Mer pour Mémoire », avec deux vitrines mettant en avant du plomb. La première pour illustrer la variété morphologique des plombs de sonde modernes, et la seconde pour témoigner du transport de lingots de plomb en cale des navires[21] (FIGURE 5).



Figure 5 : Lingots de plomb et plombs de sonde présentés en vitrine de l'exposition *La Mer pour Mémoire* (photos T. Seguin et Y. Gaudin)

De plus, certains musées, à l'instar de celui de Saint-Brieuc ou de l'ile de Tatihou, présentent actuellement une variété importante de mobilier en plomb dans leurs collections permanentes. Enfin, notons qu'à la suite de la diffusion des recherches de master, Hugues Priol, archéologue amateur, nous a contacté pour réaliser une affiche accompagnant une vitrine de plombs de sonde dans l'exposition qu'il réalisait au Fort Berthaume lors de l'été 2014 (FIGURE 6). Cette démarche témoigne de l'intérêt de tels travaux universitaires, afin de susciter une prise de conscience de la valeur patrimoniale et historique de ce mobilier.

[21] L'exposition *La Mer pour Mémoire* a été organisée par Michel L'Hour et Elisabeth Veyrat entre 2005 et 2011 et une publication a été réalisée pour accompagner l'exposition, L'HOUR et VEYRAT 2005.



Figure 6 : Affiche et vitrines sur les plombs de sonde, exposition au Fort Berthaume, été 2014, par Hugues Priol (photo H. Priol)

S'il est vrai qu'à première vue le corpus constitué dans cette thèse parait hétérogène par ses formes, fonctions et datations, il est toutefois cohérent de l'étudier comme un ensemble puisqu'il s'agit d'un seul et unique matériau. Par conséquent, les méthodes employées pour sa fabrication et sa mise en forme sont les mêmes, qu'il s'agisse d'un tuyau en plomb ou d'un poids de filet de pêche. L'étude morphologique du mobilier, des traces portées par les artefacts ou encore les analyses physico-chimiques à mener restent invariables car elles sont adaptées aux spécificités du plomb. Enfin, comme nous l'avons déjà mentionné, l'étude complète de cet unique matériau, par la diversité de ses emplois à bord notamment, nous permet d'appréhender simultanément plusieurs aspects de la marine de cette époque. Ainsi, des problématiques portant directement sur la culture matérielle du bord, soit la place du plomb sur les navires et ses modes de mise en œuvre, mais aussi sur les techniques de fabrication du plomb et le rôle des plombiers dans la marine, sur ses emplois pour l'architecture navale ou encore plus largement, sur son importance commerciale, peuvent être envisagées. Il s'agit bien là d'une porte d'accès unique sur tout un pan encore méconnu de la vie des marins et des relations techniques et économiques liant le plomb à la marine sur la période étudiée.

Un cadre chronologique et géographique a été posé, dès les prémices de cette recherche, afin d'obtenir une précision maximale, et permettre un travail cohérent et efficace. Dans la continuité du travail de Master, le cadre géographique s'est limité au littoral français, afin d'avoir une plus grande accessibilité auprès des collections au sein des réserves et musées de

France et ainsi, de pouvoir étudier les artefacts directement et augmenter la précision des données inventoriées. Il faut noter cependant que des artefacts, issus d'épaves situées à l'étranger, ont également été inclus dans l'inventaire mené pour cette thèse, sous réserve que ceux-ci présentent des caractéristiques indispensables pour des comparaisons morphologiques, étayent un corpus typologique trop restreint statistiquement ou comblent une lacune chronologique dans le corpus mobilier enregistré. De plus, certaines de ces épaves perdues à l'autre bout du monde, telles la *Boussole* ou l'*Astrolabe* (1788)[22], étaient des navires de la couronne française, et permettent donc d'augmenter nos données sur l'architecture navale et la culture matérielle de la marine française de cette période.

Les limites chronologiques quant à elles sont restées comprises entre la fin du Moyen-Age et la fin de la période moderne (XVIe-XIXe siècles), afin de conserver une cohérence technologique navale et métallurgique rendant pertinentes les comparaisons archéologiques du mobilier inventorié.
Ainsi, à partir du XVe siècle, une navigation océanique, se met en place et modifie donc en profondeur les techniques de navigation employées jusqu'alors pour le cabotage côtier. Celle-ci perdurera sur toute la période étudiée. De plus sur la période choisie, les navires étaient exclusivement réalisés en bois et propulsés à la voile. L'industrialisation des sociétés à partir du milieu du XIXe siècle vient modifier cet équilibre technologique et permet le remplacement progressif du bois et des voiles par des coques métalliques et des propulsions mixtes employant des machines à vapeur. L'économie des transports maritimes ne changent donc pas fondamentalement au XIXe siècle mais son support est quant à lui totalement transformé.
En parallèle, l'évolution des techniques de travail du plomb depuis la fin du Moyen Age jusqu'à nos jours, permet d'isoler cette même période chronologique comme une unité cohérente et stable. Le spécialiste de l'histoire des techniques, Maurice Daumas, en fait d'ailleurs la remarque dans son ouvrage : *« Plomb et cuivre étaient extraits de leurs minerais par grillage, puis par réduction et enfin par affinage, selon des procédés qui n'avaient pas bougé depuis le XVIe siècle»*[23].Ce n'est donc qu'à partir du milieu du XIXe siècle que des automatisations dans le travail du plomb sont mises en place et transforment largement les productions réalisées. Ces modifications dans les technologies navales et métallurgiques, peuvent de fait, entrainer de profonds changements dans l'équipement du bord et rendraient caduques des comparaisons archéologiques du mobilier inventorié.
Comme nous venons de le mentionner, au cours de cette période, il n'y a pas de révolution technologique importante des méthodes de fabrication employées pour le plomb, ce qui permet des comparaisons pertinentes entre les différents types de mobilier. L'unique réelle inovation technique est l'apparition du laminoir au XVIIIe siècle, servant à amincir les feuilles de plomb et à les allonger[24].

[22] Les navires de la *Boussole* et de l'*Astrolabe* faisaient parties de l'expédition scientifique menée par La Pérouse, sous commandement du roi Louis XVI, et se sont perdus en 1788 sur les récifs de Vanikoro dans le Pacifique.
[23] DAUMAS 1962-1979, volume 3, p. 614.
[24] Cette technique sera détaillée au paragraphe 2.2.3. et elle apparait également au sein du dictionnaire chronologique des termes liés au plomb fourni dans le volume II de cette thèse, aux entrées « laminoir » et « laminage ».

Cependant, aux vues des résultats de la recherche, la limite haute du cadre d'étude a été relevée au XVIe siècle car à ce jour, quasiment aucune donnée archéologique ou documentaire n'a pu être mise au jour sur du plomb datant du siècle précédent. Il était donc vain de faire débuter notr période d'étude aussi tôt. Nous reviendrons plus loin sur les raisons potentielles pouvant expliciter ce hiatus chronologique important (cf 1.1.1).

Enfin, une restriction à la période moderne, permet un enrichissement de la recherche par une multidisciplinarité avec par exemple l'utilisation de sources documentaires ou ethnographiques en complément de l'approche archéologique habituelle.

De manière intrinsèque, le mobilier archéologique lui-même est riche d'informations. Ainsi, le plomb étant particulièrement lourd et résistant à l'eau de mer, le mobilier reste donc très souvent encore en place *in situ*, et n'est peu ou pas déplacé après le naufrage du navire. Ces artefacts peuvent donc dans certains cas représenter d'excellents marqueurs de site archéologique, ce qui sera démontré plus loin dans cette thèse. Toutefois, si sa conservation est particulièrement bonne dans l'eau de mer, il n'est pas rare que le plomb soit récupéré par des plongeurs ou pêcheurs pour ces mêmes raisons ; notamment en vue de créer de nouveaux poids de pêche ou de plongée. Ce biais, difficile à mesurer, doit nécessairement être pris en compte lors de l'étude du mobilier en plomb d'un site archéologique en particulier : celui-ci risque de ne pas être exhaustif, et ainsi, de ne pas refléter l'équipement du bord tel qu'il l'était lors de la dernière navigation du navire.

Le mobilier en plomb peut également apporter des informations typologiques, voir chronologiques aux archéologues. Il faut là encore, détailler certaines limites et contraintes inhérentes à ce travail d'analyses morphologique et statistique du corpus inventorié. En effet, il n'a pas été rare de retrouver au sein des réserves des musées, des artefacts archéologiques dont la provenance était inconnue dès l'origine ou dont les informations avaient été perdues au fil du temps. De même, la découverte d'artefacts en plomb *in situ*, même associés à une épave, ne permet pas forcément d'établir de manière certaine leur association avec ce navire. De plus, même dans le cas où ce lien est assuré par leur positionnement stratigraphique au sein des vestiges ou leur mention dans la liste d'armement du navire, leur étude *in situ* n'a pas toujours été optimale, rendant la documentation disponible sur leurs caractéristiques et leur positionnement sur l'épave, lacunaire. Ainsi, les données recueillies sont presque toujours sujettes à des biais, au nombre desquels on compte aussi la perturbation ultérieure, humaine ou environnementale, du site archéologique. Enfin, la facilité de mise en forme et de réemploi du plomb doit nécessairement être prise en compte car un artefact n'a pas forcément été fabriqué spécifiquement pour l'armement du navire sur lequel il a été retrouvé après le naufrage. Ainsi, même si ce travail d'interprétation des données via des hypothèses de chrono-typologiques est nécessaire et pertinent pour cette thèse, il sera indispensable de garder à l'esprit toutes ces limites pouvant influer directement sur la fiabilité et la validité des analyses qui seront faites. Un des moyens de limiter cette influence a été de ne pas intégrer aux analyses morphologiques et statistiques, les artefacts ne présentant suffisamment de données fiables à l'instant t de la recherche. Ils pourront ensuite dans un deuxième temps être

réintégrés aux réflexions et confrontés aux hypothèses déjà émises à partir des données valides. Cette démarche sera explicitée plus loin (cf 1.1.1 et 1.2.1).

Ainsi, malgré les limites que nous venons de citer, l'étude exhaustive de ce seul et unique matériau, peut permettre d'apporter de précieuses informations scientifiques à un large faisceau de problématiques, notamment par le biais des multiples usages qui en étaient fait. Outre l'analyse de ses emplois et de son importance à bord, c'est aussi tout un pan méconnu de la culture matérielle, de l'histoire des techniques métallurgiques ou des échanges commerciaux de l'époque qui peuvent être révélés par l'étude des plombs. C'est donc d'une porte d'entrée unique sur le monde maritime, et ce, toutes périodes confondues.

Les sources documentaires (iconographiques et manuscrites), quant à elles, sont particulièrement nécessaires lorsque l'on travaille sur des problématiques d'archéologie sous-marine de la période moderne afin d'apporter des informations complémentaires qui feraient défaut aux données des archives du sol. En effet, la conservation différentielle des matériaux sur les sites archéologiques sous-marins, la perturbation des structures des vestiges par les naufrages, tempêtes ou courants ou encore l'absence de vestiges permettant d'appréhender les pensées et modes de vie des marins rendent indispensables le dépouillement systématique de l'ensemble de la documentation disponible. A l'inverse, la documentation archéologique permet d'éclairer d'un jour nouveau des vérités parfois trop rapidement admises comme avérées par les historiens. Un va-et-vient permanent entre ces deux types de source est donc nécessaire pour nuancer les propos émis et mettre en lumière des adaptations techniques par rapport à des ordres officiels par exemple.

Cependant, dans le cadre de cette recherche, il est apparu que les documents traitant directement et spécifiquement du plomb sont particulièrement rares et dispersés. Cette réalité peut en partie s'expliquer par le fait que le plomb soit peu onéreux, facile à travailler et par conséquent considéré comme un métal banal, du quotidien. Ainsi, on peut penser que les auteurs de l'époque n'ont pas forcément jugé nécessaire de détailler son emploi dans la marine, partant du postulat qu'il était déjà connu de tous.
Il a donc été nécessaire de multiplier le nombre et les types de documents consultés pour recueillir des bribes d'informations éparses. Ces dernières se retrouvent au sein de traités scientifiques, datant pour la majorité du XVIIIe siècle, de dictionnaires de marine et de manuscrits provenant des archives de la marine d'état. Cette dernière catégorie de document est très variée typologiquement puisque s'y retrouvent aussi bien des correspondances, des traités et mémoires, des inventaires d'armement de navire (FIGURE 7) ou encore des inventaires d'arsenaux. Enfin, des ouvrages moins spécifiques à la marine peuvent également renfermer des données précieuses, comme par exemple les articles sur le travail des plombiers rédigés par l'Académie des Sciences au XVIIIe siècle, ou encore certains dictionnaires ou traités de commerce pour l'économie du plomb.



Figure 7 : Registres des exports des corsaires de Saint Malo, 1704 (AD 35, photo T. Seguin, ADRAMAR)

Cette documentation écrite, très variée, est éclatée en France au sein de différents fonds documentaires (ANNEXE 1). Les recherches bibliographiques et documentaires de cette thèse ont donc été particulièrement chronophages et laborieuses mais il est nécessaire de s'astreindre au dépouillement d'un maximum de ces sources le plus rigoureusement possible afin de ne pas passer à côté des rares détails ou mentions liés au plomb. Cet aspect de la recherche (cf 1.1.2), a donc ressemblé à un puzzle, qui s'assemble par morceaux éclatés, pour obtenir progressivement une vision plus complète des circuits de production et d'armement de la marine en plomb ou des usages qui en étaient fait.
L'ensemble des informations documentaires, permet donc, en complément des données archéologiques pures, de reconstituer les gestes techniques liés au plomb, la terminologie historique employée à l'époque étudiée ou encore les modes de mise en œuvre du matériel en plomb à bord.

L'intérêt premier de cette recherche est donc de recenser le mobilier en plomb issu du littoral français pour la période choisie et de créer ainsi un corpus d'étude, permettant ensuite, par son analyse détaillée l'extraction d'informations scientifiques novatrices en réponse aux questions déjà évoquées auparavant. Il ne s'agit pas ici d'un simple recensement d'une collection déjà constituée mais bien de créer de toutes pièces un corpus d'artefacts inédit. Cela a été possible notamment grâce à un dépouillement des archives de fouilles archéologiques conservées au DRASSM, mais aussi à un déplacement dans la quasi-totalité des musées possédant du matériel archéologique issu de sites sous-marins en France (ANNEXE 2). La démarche d'étude de ces artefacts, depuis leur enregistrement jusqu'à leur exploitation, a donc été entièrement conceptualisée et mise en place, de manière à répondre aux caractéristiques spécifiques du matériau plomb. Celle-ci s'est bien évidemment affinée au fur et à mesure du processus d'inventaire ; la contrainte étant de devoir prendre en compte des artefacts très différents les uns des autres morphologiquement et typologiquement.

Ce corpus inédit a vocation à être ensuite diffusé auprès des différents acteurs de la Culture (archéologues amateurs, conservateurs de musées, enseignants-chercheurs etc…) pour que sa

valeur scientifique intrinsèque, une fois démontrée, puisse inspirer un nouvel intérêt patrimonial pour ce mobilier trop longtemps remisé.

Afin d'organiser logiquement et méthodiquement cette thèse, il s'agira dans ce volume de présenter dans un premier temps la méthode de travail pluridisciplinaire mise en place ainsi que les outils pratiques créés dans ce but qui pourront servir par la suite à d'autres archéologues sur leur propre mobilier en plomb. Une deuxième partie permettra de se pencher sur ce qu'est le plomb : où le trouve-t-on, quelles sont les techniques de son extraction à sa mise en forme, sous quelle forme est-il commercialisé, quelle est son importance dans le contexte économique de l'époque…Le complexe technique entourant le plomb, de son extraction à sa mise en forme finale et sa commercialisation, sera ainsi détaillé[25]. Des réflexions sur la spécificité du plomb à destination de la marine seront également développées et discutées. Les troisième et quatrième parties quant à elles préciseront les divers usages du plomb brut, semi-brut et du plomb manufacturé dans la marine en bois de l'époque moderne. Ces artefacts seront analysés en détail pour tenter d'émettre un certain nombre d'ébauches d'interprétations fonctionnelle, typologique, chronologique et historique de ce corpus mobilier.

Un deuxième volume présentera quant à lui l'ensemble de la documentation ayant servie de support à ces réflexions, à sa voir les pièces annexes, les retranscriptions des archives manuscrites étudiées, le dictionnaire chronologique des termes liés au plomb nouvellement créé et les fiches inventaire allégées du corpus archéologique de cette thèse.

Présentons maintenant plus précisément les caractéristiques du corpus mobilier qui a été inventorié dans le cadre de cette thèse. Cet inventaire inédit, pourrait être indéfiniment amélioré par des ajouts constants de nouveaux plombs mis au jour. Cependant, il est nécessaire, pour pouvoir s'accorder ce temps précieux d'analyses et d'interprétations des artefacts, de clore l'inventaire entamé et d'en dresser un état des lieux à ce stade de la recherche. Le mobilier qui serait découvert entre juin 2015, début de la rédaction de ce manuscrit, et la soutenance de cette thèse, seront rajoutés ultérieurement aux données d'étude.

Au final, ce ne sont pas moins de 569 fiches d'enregistrement[26] qui ont été créées et remplies, dans une base de données spécialement conçue à cet effet, afin d'inventorier l'ensemble du mobilier en plomb retrouvé lors de cette étude. Cependant, seule une partie du mobilier est exploitable scientifiquement car certaines données significatives n'ont parfois pas pu être récupérées comme déjà mentionné ci-avant : mesures manquantes, descriptions lacunaires, clichés ne montrant pas toutes les faces de l'objet, ou encore provenance de l'objet inconnue. Cela concerne en majorité les éléments en plomb qui n'ont pas pu être vus directement, et qui

[25] L'ensemble technique mentionné ici correspond à la définition fournie par Bertrand Gille et détaillée plus loin, cf 2.1.1.
[26] La totalité de ces fiches inventaire est consultable en version pdf sur le cd-rom joint à cette thèse.

ont été inventoriés à partir des données issues de publications ou de rapports de fouille. Pour une très faible proportion, il peut aussi s'agir de mobilier observé dans les réserves de certains musées mais pour lesquels des doutes de provenance ou d'identification subsistent. Ainsi, pour une plus grande rigueur scientifique et une meilleure précision comparative et statistique, le choix a été fait de réaliser une discrimination entre ces deux catégories par la création d'un outil de tri : « fiche complète ou non » dans la base de données. Par ce moyen, nous sommes certains de ne prendre en compte, lors des réflexions archéologiques, que le mobilier pour lequel les données sont suffisamment précises. Ce tri réduit donc le corpus d'étude mais en augmente sa précision. Il s'agit au final de 477 fiches inventaires qui s'avèrent parfaitement exploitables, soit près de 84 % du corpus inventorié.
Il faut ajouter que certaines fiches regroupent plusieurs artefacts si ceux-ci sont suffisamment similaires morphologiquement, ou s'ils ont été trouvés par lot *in situ*. Ces 477 fiches représentent donc au total 10 741 artefacts en plomb pouvant être exploités pour des analyses approfondies. Ce corpus est suffisamment important numériquement pour pouvoir réaliser des tris et des analyses statistiques pertinentes et précises. La répartition fonctionnelle, géographique et chronologique de ce corpus sera détaillée ultérieurement (cf 1.1.1).

Nous allons donc maintenant détailler la méthodologie mise en place pour réaliser cette étude. Il s'agissait en effet de créer des outils d'inventaire et d'analyse du corpus pertinents, efficaces, et durables dans le temps pour qu'ils puissent éventuellement, être réemployés par le reste de la communauté scientifique.

--- Partie 1 ---

Une méthodologie originale à mettre en place



Figure 8 : Mosaïque de différentes méthodes d'analyse mises en place lors de cette étude, de gauche à droite et de bas en haut : registres d'archives, prise de mesures, dessin à l'échelle, prélèvements pour des analyses chimiques, cartographie et étude ethnographique (T. Seguin et M. Veyrat et réalisations personnelles)

1. Une méthodologie originale à mettre en place

Ce travail de recherche inédit ne porte que sur un unique matériau mais le cadre d'étude choisi inclut de larges variations chronologiques, typologiques et morphologiques du mobilier à inventorier. De plus, comme nous l'avons vu, la bibliographie scientifique traitant du plomb pour la période moderne, notamment en France, n'aborde quasiment jamais son étude d'une manière aussi large et globale que celle que nous avons choisi de mettre en place dans le cadre de cette thèse. Par conséquent, c'est la totalité de la méthodologie d'étude du plomb qui était à concevoir et à construire, depuis l'inventaire du mobilier, en passant par le choix des sources documentaires à consulter, jusqu'à la création d'outils et de réflexions permettant l'analyse des données et l'exploitation des résultats obtenus. L'ensemble de ces instruments et techniques de travail devait être adapté spécifiquement aux caractéristiques de ce corpus hétérogène pour permettre ensuite des analyses rigoureuses et pertinentes. Ainsi, à titre d'exemple, les mesures à prendre sur le mobilier n'étaient pas du tout les mêmes selon que l'on se trouve en présence d'un tuyau de plomb ou d'un petit élément tel qu'un encrier. Il aurait donc été plus facile de créer des fiches inventaires spécifiques à chaque type de mobilier, mais cela ne permettait plus ensuite de pouvoir croiser directement ces informations dispersées et de diverses natures. La création d'une seule et unique fiche inventaire, dans une même base de données et suivant les mêmes critères d'enregistrement a permis de comparer entre eux l'ensemble des artefacts du corpus constitué. Il a donc fallu, au fur et à mesure du mobilier rencontré, affiner les critères à mesurer et tenter de créer des catégories suffisamment larges pour s'adapter à l'ensemble de ces variantes morphologiques, sans toutefois nuire à la précision de l'inventaire réalisé. Un vrai défi !

Il faut toutefois annoncer ici qu'à l'issue de cette recherche, des fiches « inventaires » spécifiques à chaque type de mobilier seront éditées et diffusées auprès des acteurs de l'archéologie sous-marine française[27] (Annexe 3). Cela, dans l'espoir qu'elles puissent être employées par tous pour, dans un premier temps, enregistrer, sous une forme normalisée, le mobilier en plomb qui pourrait être découvert, mais aussi dans un second temps, pouvoir identifier et comparer ce mobilier au niveau de la France entière, voire à l'étranger. Ces fiches individuelles ont été réalisées grâce aux connaissances acquises au cours de cette étude, à savoir pour chaque type de mobilier, les mesures importantes à relever, les détails précieux à identifier ou encore les caractéristiques morphologiques à prendre en compte pour l'identification de la pièce.

D'autres contraintes spécifiques à ce travail ont été rencontrées et ont orienté les choix méthodologiques réalisés pour cette thèse. Ainsi, la présence à bord d'un mobilier en plomb multiforme et aux usages très variés, exige nécessairement une étude pluridisciplinaire afin d'obtenir la vision la plus complète et nuancée possible de l'emploi du plomb dans la marine en bois à cette période. Il a été nécessaire de combiner aux données issues de l'étude

[27] Ces fiches inventaires seront diffusées avec la version électronique de cette thèse et plusieurs exemples sont intégrés au volume II de cette thèse, Annexe 3.

archéologique du corpus mobilier, des paramètres historiques, économiques, techniques et géographiques. Ce type d'approche pluridisciplinaire est de plus en plus plébiscité et mis en œuvre dans les recherches archéologiques et historiques récemment menées, tant les résultats obtenus se révèlent plus proches de la réalité historique. Concrètement, cette démarche s'est traduite ici par des recherches menées au sein de centres de documentation et d'archives, d'analyses chimiques et métallographiques, d'observations ethnographiques sur les techniques des plombiers, sans oublier une étude de la répartition spatiale des vestiges.

Il ne s'agissait pas uniquement de cataloguer ce mobilier du bord et de créer des classements et typologies, mais il importait aussi de les relier aux personnes les ayant créés et employés. Cet élargissement du cadre théorique de recherche, pour intégrer la culture matérielle, reste relativement récent. A ce propos, le chercheur J. W. Joseph, rédige en 2012 une synthèse particulièrement pertinente de cette évolution des cadres d'étude : « *the scale of analysis as expanded from sites to landscapes, from structures to systems, and from artifact typology to material culture's role in expressing beliefs and identity* »[28]. Cette thèse s'inscrit donc dans la lignée des récents travaux menés sur la culture matérielle, sur l'étude du mobilier du bord, aussi « insignifiant » puisse-t-il paraitre. Nous pouvons citer, à titre d'exemple, les travaux menés par Marine Sadania sur les ancres à jas de la façade atlantique[29], l'étude de Thierry Boyer sur les pompes de cale du *Machault*[30], ou encore celle menée par Laura K. Schnitzer sur les couvre-lumières découverts sur l'épave du *Queen Anne's Revenge*[31].

Nous allons donc détailler ici la méthodologie choisie, étape par étape, avec un inventaire des outils spécifiques créés à cet effet.

1.1. Inventaire des corpus d'étude : mobilier et documentaire

L'inventaire est l'étape initiale de toute étude archéologique. En effet, il faut avant toute chose constituer la documentation qui nourrira ultérieurement la réflexion et permettra de répondre aux problématiques archéologiques préalablement posées. Dans le cadre de cette recherche, deux corpus inédits ont été constitués. D'une part, un inventaire quasi exhaustif du mobilier archéologique en plomb issu de fouilles sous-marines menées sur le littoral français, a été mené à bien. Et d'autre part, un recensement approfondi des sources documentaires portant sur le plomb (iconographiques, archives ou sources imprimées modernes) a été réalisé.

Ici, les « archives du sol », les données archéologiques, sont donc combinées aux archives historiques afin d'apporter un précieux complément d'informations et permettre le croisement de deux regards différents sur les questionnements liés au plomb : la pratique menée à bord des navires et la théorie rédigée dans les traités historiques et ordonnances officielles.

[28] JOSEPH dans SCHABLITSKY et LEONE 2012, p. 1-2.
[29] SADANIA 2015.
[30] BOYER 2008.
[31] SCHNITZER 2012.

1.1.1. Le corpus archéologique

➔ Méthode d'inventaire

L'inventaire du corpus archéologique a été réalisé de la façon la plus complète possible. Il s'est déroulé en plusieurs étapes. Tout d'abord, un dépouillement exhaustif des archives et rapports de fouille conservés au DRASSM, à Marseille, a été conduit afin de lister l'ensemble du mobilier en plomb significatif signalé comme découvert, mais aussi de pouvoir récupérer des informations concernant le contexte de découverte de ces objets, leur positionnement *in situ*, ou encore d'enregistrer les mesures ou dessins fournis dans ces rapports. Ensuite, un inventaire direct de ce mobilier a été réalisé au sein de la plupart des musées maritimes et de leurs réserves, mais aussi dans les dépôts archéologiques du DRASSM (ANNEXE 2) situés un peu partout en France. Certains musées, trop éloignés ou ne présentant pas suffisamment de mobilier en plomb pour justifier un déplacement, ont été contactés et des échanges d'informations se sont opérés auprès de leurs services de conservation-restauration. De plus, certains particuliers ont également été approchés, avec plus ou moins de succès, pour obtenir des compléments d'informations (mesures ou photos) sur le mobilier en plomb conservé à leur domicile. Enfin, de rares éléments mobilier découverts ou laissés *in situ* ont été intégrés dans le corpus d'étude, uniquement si leur apport scientifique était suffisant ou qu'ils avaient été décrits et mesurés précisément, ce qui n'est que rarement le cas. Il a donc fallu rassembler des données éparses et très variées qualitativement et quantitativement. Ce travail d'inventaire, très chronophage, était absolument nécessaire puisqu'aucune base de données recensant l'ensemble de ce mobilier n'avait encore été créée sur le territoire français pour la période étudiée. L'inventaire mené durant ces trois ans de recherche sera désormais disponible pour la communauté archéologique lorsque ce sera nécessaire. C'est en tous cas dans ce but qu'il a été conçu.

Détaillons donc maintenant les étapes nécessaires à l'enregistrement précis de chaque pièce de mobilier inventoriée.
Tout d'abord, il faut mesurer l'objet précisément, en un certain nombre de points remarquables qui varient selon la morphologie et le type de mobilier rencontré (FIGURE 9). Ces mesures, prises au millimètre près, sont ensuite enregistrées sur un croquis de l'objet, puis dans une base de données créée spécialement, et dont le principe et les spécificités seront détaillés plus loin (cf 1.2.1).



Figure 9 : Prise de mesures détaillées sur un poids en plomb provenant du *Soleil Royal*, 1759 (Dépôt du Croisic du Musée National de la Marine, photo M. Veyrat)

Un certain nombre de clichés avec mires sont également pris afin d'obtenir une vision complète, en trois dimensions, de l'objet et de son échelle (FIGURE 10). Ces clichés sont au minimum au nombre de trois : vue de profil, vue du dessus et vue de dessous, mais il peut parfois être nécessaire d'en prendre plus pour enregistrer certains les détails marquants de l'artefact.



Figure 10 : Clichés d'enregistrement d'un peson de plomb découvert sur le *Prince de Conty*, 1746, Num 393 (photos M. Veyrat, dépôt mobilier du DRASSM, Nantes)

Détails et remarques sont également relevés afin de servir par la suite au dessin standardisé de l'objet, à l'échelle 1/3 ou ¼ selon sa dimension. La technique de dessin sera évoquée au sein du paragraphe suivant portant sur les outils de travail mis en place pour cette recherche (cf 1.2.2).

Cette méthode d'enregistrement du mobilier a pu reprendre, en partie, le travail de Master puisque le sujet d'étude portait déjà sur le plomb. Cependant, une amélioration des fiches d'enregistrement s'est faite progressivement au cours de la thèse, avec notamment une augmentation du nombre de mesures à prendre, ou encore la prise en compte et l'observation de certaines traces ou stigmates portés par les artefacts. Ainsi, la progression et la confrontation avec des artefacts en plomb typologiquement très variés ont rendu nécessaire l'adaptation des fiches d'inventaire créées pour les seuls plombs de sonde du Master 1. De plus, il faut ajouter qu'après avoir débuté l'exploitation des données mesurables du corpus mobilier (graphiques, tableaux, dessins au net), il s'est avéré que certaines mesures ou précisions de détail étaient manquants. Il a donc parfois été nécessaire de revenir à certains objets pour compléter leur enregistrement. Mais chacune de ces lacunes a permis d'améliorer les fiches et la méthode d'inventaire proposés.

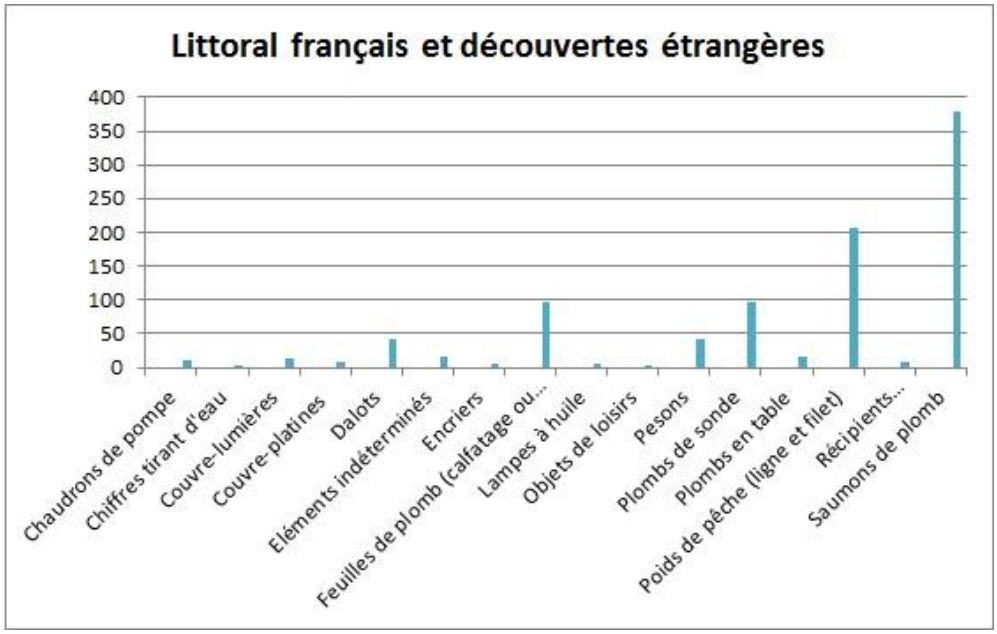
Une fois ce travail d'enregistrement du mobilier réalisé, un corpus d'étude quantitativement important a été disponible pour appuyer les réflexions et problématiques archéologiques émises pour cette thèse, soit un total de 569 fiches inventaires au sein desquelles 477 fiches sont suffisamment complètes pour être exploitables[32].

Si l'on observe maintenant en détail la répartition fonctionnelle de la totalité des artefacts en plomb inventoriés, on constate une criante disparité. Ainsi, 91,1 % des artefacts sont des balles de plomb (9 788 éléments) alors que ces projectiles ne sont concentrés que sur 57 fiches seulement, soit 10 % des fiches inventaires exploitables. Ce déséquilibre s'explique en partie par le fait que les balles de plomb ont généralement été inventoriées par lots lors des fouilles ou au cours de cet inventaire et non pas individuellement car elles représentent des ensembles nombreux et homogènes. Les seules exceptions ont été faites pour celles présentant des caractéristiques morphologiques particulières, comme des déformations notables par exemple. Cependant, si l'inventaire par lot est utile pour gérer la quantité importante des balles de plomb mises au jour, cette méthode rend difficile l'identification des variations morphologiques discrètes comme le sont les infimes variations de leur diamètre. La présence d'un si grand nombre de munitions à bord des épaves inventoriées résulte du fait qu'une majorité d'entre elles étaient lourdement armées pour la piraterie et la course ou à l'inverse pour se protéger en mer. De plus, les balles étant réalisées en plomb, elles sont assez denses et nous parviennent donc encore très souvent en place *in situ* de nos jours. Nous détaillerons plus tard les caractéristiques de ces balles de plomb et de leurs usages à bord (cf 2.4.3 et 4.3.2).

[32] Comme mentionné précédemment, ces 477 fiches recensent en réalité 10 741 artefacts en plomb si l'on tient compte des lots d'objets.

Les graphiques présentés ci-dessous détaillent la répartition fonctionnelle du mobilier archéologique inventorié à partir du seul littoral français (FIGURE 11 b) ou provenant d'épaves situées à l'étranger (FIGURE 11 a), pour lequel les données sont suffisamment complètes pour être exploitables[33]. Les balles de plomb ont quant à elles été exclues de ces statistiques. En effet, si on les avait intégrées, leur part importante aurait occulté les variations fonctionnelles du reste du mobilier[34].

a)



b)

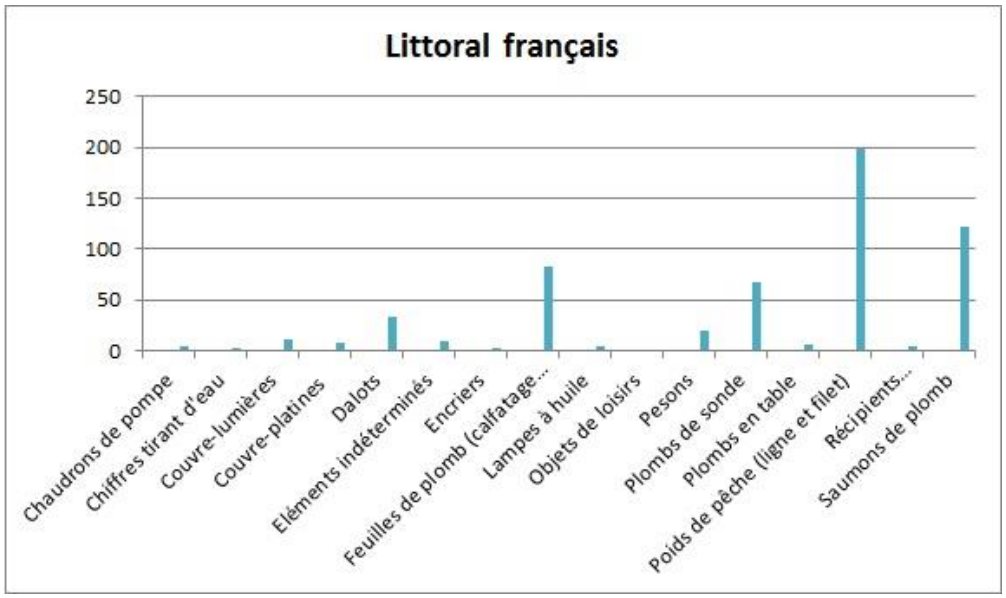


Figure 11 : Diagrammes présentant la répartition fonctionnelle du mobilier inventorié de manière complète sur littoral français (b) et intégrant les épaves découvertes à l'étranger (a) (réalisations personnelles)

[33] Sur les 477 fiches inventaire complètes, 317 fiches recensent du mobilier français et 160 une découverte étrangère.

[34] Pour mémoire, le nombre de balles inventoriées au total est de 9 788 dont 9 362 proviennent du littoral français.

Hors les balles de plomb, ce sont donc 953 artefacts en plomb qui ont été classés selon leur fonction à bord et qui ont ensuite été analysés au cours de cette recherche. 582 d'entre eux proviennent du seul littoral français.
Si la création de ces classes fonctionnelles est nécessaire pour témoigner de la diversité du mobilier rencontré à bord des navires et étudier la quantité de chacun de ces types, elle peut toutefois se révéler problématique. En effet, l'identification des fonctions de chaque objet n'est pas toujours aisée, voire impossible dans certains cas, notamment pour ceux dont les informations contextuelles et documentaires sont totalement absentes. Ceux-ci ont donc été regroupés dans la classe « éléments indéterminés » de ce graphique afin de ne pas provoquer d'erreur induite par une interprétation trop rapide. Il faut aussi ajouter que pour certains artefacts, telles que les feuilles de plomb par exemple, la destination finale à bord n'est pas toujours identifiable, c'est pourquoi leur regroupement s'est limité à leur simple dénomination de feuilles, sans émettre plus d'hypothèses pouvant être erronées et risquant de fausser par la suite les réflexions et interprétations émises.

Malgré toutes ces limitations, il est particulièrement frappant de constater que le mobilier en plomb se retrouve employé à bord sous au moins 17 usages et formes différents, ce qui illustre son omniprésence, son utilité et sa diversité d'usage sur les navires (TABLEAU 1) [35]. La dimension chronologique n'est pas prise en compte ici et ne sera abordée que lors de l'analyse détaillée de chacun de ces différents types de mobilier. Les catégories inventoriées ici couvrent l'ensemble de la vie à bord et du gréement des navires, depuis les activités quotidiennes comme la navigation et la pêche, en passant par la protection et l'assèchement du navire, l'artillerie ou encore les loisirs personnels. C'est toute la richesse de cette diversité d'usages du plomb que l'on s'attachera à mettre en avant au cours de ce travail.

Catégorie de mobilier	Quantités d'artefacts sur le littoral français	Quantités d'artefacts provenant de l'étranger
Balle	9362	426
Chaudron de pompe	5	5
Chiffre tirant d'eau	3	0
Couvre-lumière	12	2
Couvre-platine	8	0
Dalot	34	9
Elément indéterminé	9	4

[35] La base de données est encore plus précise puisque certaines classes proposées sur ces graphiques y ont été scindées en plusieurs fonctions si celles-ci étaient assurées. A titre d'exemple les récipients renferment en réalité des boites à tabac, à thé ou encore des encriers. Ainsi, ce sont 19 fonctions distinctes qui ont pu être repérées.

Encrier	3	3
Feuille	83	15
Lampe	5	0
Objet de loisir	1	1
Peson	20	22
Plomb de sonde	68	28
Plomb en table	7	8
Poids de pêche	198	8
Récipient	4	4
Saumon	122	254

Tableau 1 : Tableau récapitulant les quantités de chaque catégorie d'artefacts trouvés sur le littoral français ou à l'étranger, et pour lesquels la fiche inventaire est complète (tableau personnel)[36]

Si l'on s'attarde maintenant sur les différences de répartitions fonctionnelles entre le mobilier issu du littoral français et celui trouvé à l'étranger, on constate une assez grande similitude des proportions pour chaque type, à quelques détails près : lampes, pesons, saumons. Ceux-ci peuvent s'expliquer en très grande partie par les choix d'inventaire réalisés pour cette thèse. Ainsi, l'importante quantité de saumons de plomb, en provenance d'épaves trouvées à l'étranger[37] est principalement liée au fait qu'il s'agisse d'un mobilier lourd, facilement repérable sous l'eau et donc fréquemment mis au jour. Ce surnombre relatif est également dû à un choix méthodologique car il nous a paru utile d'intégrer prioritairement ce mobilier trouvé à l'étranger afin de disposer d'un corpus de référence significatif pour étudier les saumons de plomb du littoral français. L'ensemble des lingots de plomb inventorié sur le littoral français pose en effet de nombreux questionnements mais est encore trop limité quantitativement pour espérer suivre d'éventuelles évolutions morphologiques ou se livrer à des comparaisons sur les marques et inscriptions des lingots.

Ce corpus est réparti entre 102 sites archéologiques différents, dont 86 épaves attestées (54 sur le littoral français et 32 à l'étranger) et 16 sites isolés du littoral français. Le choix a été fait de n'intégrer à l'inventaire, pour les découvertes étrangères, que celles provenant d'épaves bien caractérisées et identifiées et non pas de sites isolés, contenant trop peu

[36] Les termes choisis reprennent les appellations historiques et non les nomenclatures actuelles afin de pouvoir plus aisément les retrouver dans les sources documentaires contemporaines.

[37] Le terme de saumon est utilisé historiquement pour nommer les lingots de plomb. 88 fiches inventaires enregistrant des saumons de plomb ont été créées et seules 29 recensent du mobilier issu de sites du littoral français, soit 32% environ.

d'informations pour servir ensuite de comparaisons pertinentes avec le mobilier du littoral français.

La répartition chronologique de l'ensemble de ces sites n'est pas homogène, bien au contraire (FIGURE 12). Ainsi, un seul site possédant du plomb a pu être recensé pour le XVe siècle, trois seulement datent du XVIe, et une écrasante majorité est datée des XVIIe, XVIIIe et XIXe siècles, avec respectivement : 16, 47 et 24 sites. S'ajoutent également six sites aux datations « inconnues » car non datés et quatre enregistrés en tant que sites « diachroniques » puisqu'étant situés en zones portuaires, fréquentées sur de longues périodes.

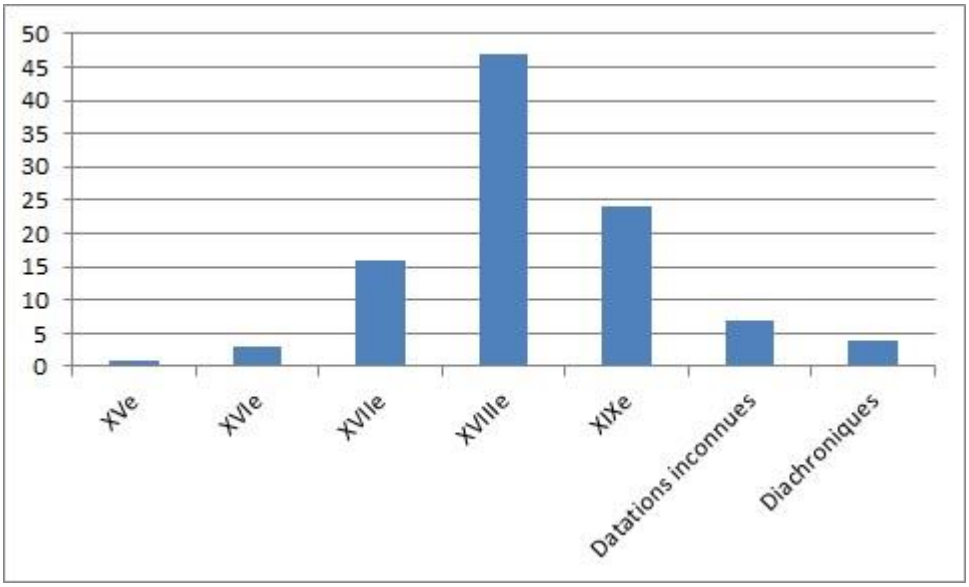


Figure 12 : Répartition chronologique des sites ayant livré du mobilier en plomb inventorié (réalisation personnelle)

La grande majorité de la documentation archéologique est donc concentrée entre le XVIIIe et le XIXe siècle, ce qui correspond, de fait à l'accroissement des circulations maritimes, à une période d'intensification des échanges par la mer. Mais c'est également le reflet de l'état de la recherche archéologique sous-marine actuelle En effet, très peu d'épaves datant du XVe et du XVIe siècle ont, pour l'heure, été retrouvées sur les côtes françaises, alors que la recherche, maintenant très active sur les côtes Manche et Atlantique, permet d'augmenter continuellement le nombre de sites archéologiques modernes et contemporains découverts et étudiés. Ce hiatus de la fin du Moyen Age et du début de l'époque moderne est parfois interprété par certains comme une diminution du trafic maritime, mais il semblerait plus concevable qu'il s'agisse plutôt d'une lacune de la documentation archéologique *in situ*. Construites en bois, les épaves de ces périodes étaient démunies d'artillerie lourde et il faut reconnaître que c'est souvent par leurs canons que les épaves sont repérées.

Ainsi, même si les raisons exactes de cette disproportion chronologique ne sont pas entièrement définies à l'heure actuelle, il est tout de même important d'en tenir compte lors des interprétations du corpus archéologiques qui seront faites plus loin. Cet état de fait rend forcément délicates certaines comparaisons statistiques et chronologiques, notamment celles

qui pourraient révéler l'importance au fil du temps du plomb à bord des navires, ou encore celles portant sur la fonctionnalité du mobilier employés à bord aux diverses périodes.

En ce qui concerne la répartition spatiale, 66% des fiches inventaires créées recensent du mobilier issu de sites archéologiques du littoral français. Le reste provient d'épaves, parfois françaises comme la *Boussole* et *L'Astrolabe* (1788), mais découvertes à l'étranger. Cette prise en compte des éléments trouvés à l'étranger s'est avérée nécessaire afin de disposer d'un corpus de comparaison bien daté pour certains types d'artefacts peu fréquents archéologiquement comme les lampes ou les encriers, ou encore les artefacts complexes à appréhender comme les lingots de plomb.

En ce qui concerne la variété typologique du mobilier inventorié, il faut ajouter ici qu'un type de mobilier en plomb a été d'emblée exclu du corpus à constituer, à savoir les plombs de scellés[38]. Ceux-ci n'ont pas été inventoriés, mais seulement observés, car ils nécessiteraient une étude à part entière, impossible à mener de front avec le reste de cette thèse. En effet, si l'on veut en retirer un intérêt scientifique, il faudrait non seulement les inventorier mais aussi compléter cet inventaire par une étude stylistique approfondie de chacun des symboles représentés sur les plombs, couplée à une recherche des manufactures, ports ou compagnies auxquels ils renvoient pour être à même de saisir le contexte économique dans lequel le plomb était apposé.
Ajoutons enfin que certains fragments de plomb, trop petits ou abimés pour être identifiés ont simplement été passés en revue et photographiés, mais n'ont pas été intégrés à la base de travail.

La réalisation d'un Système d'Information Géographique[39] enregistrant l'ensemble des données chronologiques, typologiques et géographiques pour chacun des sites archéologiques concernés par cette recherche, a rendu possible la visualisation cartographique d'un certain nombre de paramètres pour répondre aux problématiques posées. Ces points seront précisés par la suite (cf. 1.2.4) mais une première cartographie générale de la répartition chronologique des sites des côtes françaises contenant du mobilier en plomb est déjà présentée ci-dessous (FIGURE 13). Elle témoigne de très fortes disparités. En effet, la très large majorité des sites mentionnés dans le cadre de cette étude globale ont été découverts sur le littoral Manche-Atlantique. Seules de très rares épaves de Méditerranée ont livré du plomb pour cette période chronologique.

[38] Les plombs de scellés sont des sceaux en plomb apposés sur certaines marchandises comme moyen de garantir leur qualité et leur contrôle par les producteurs, les revendeurs ou l'Etat lui-même.
[39] SIG réalisé sur le logiciel Arc Gis ; sa mise en œuvre et son exploitation seront précisés aux chapitres 1.2.4 et 3.4 de ce volume.

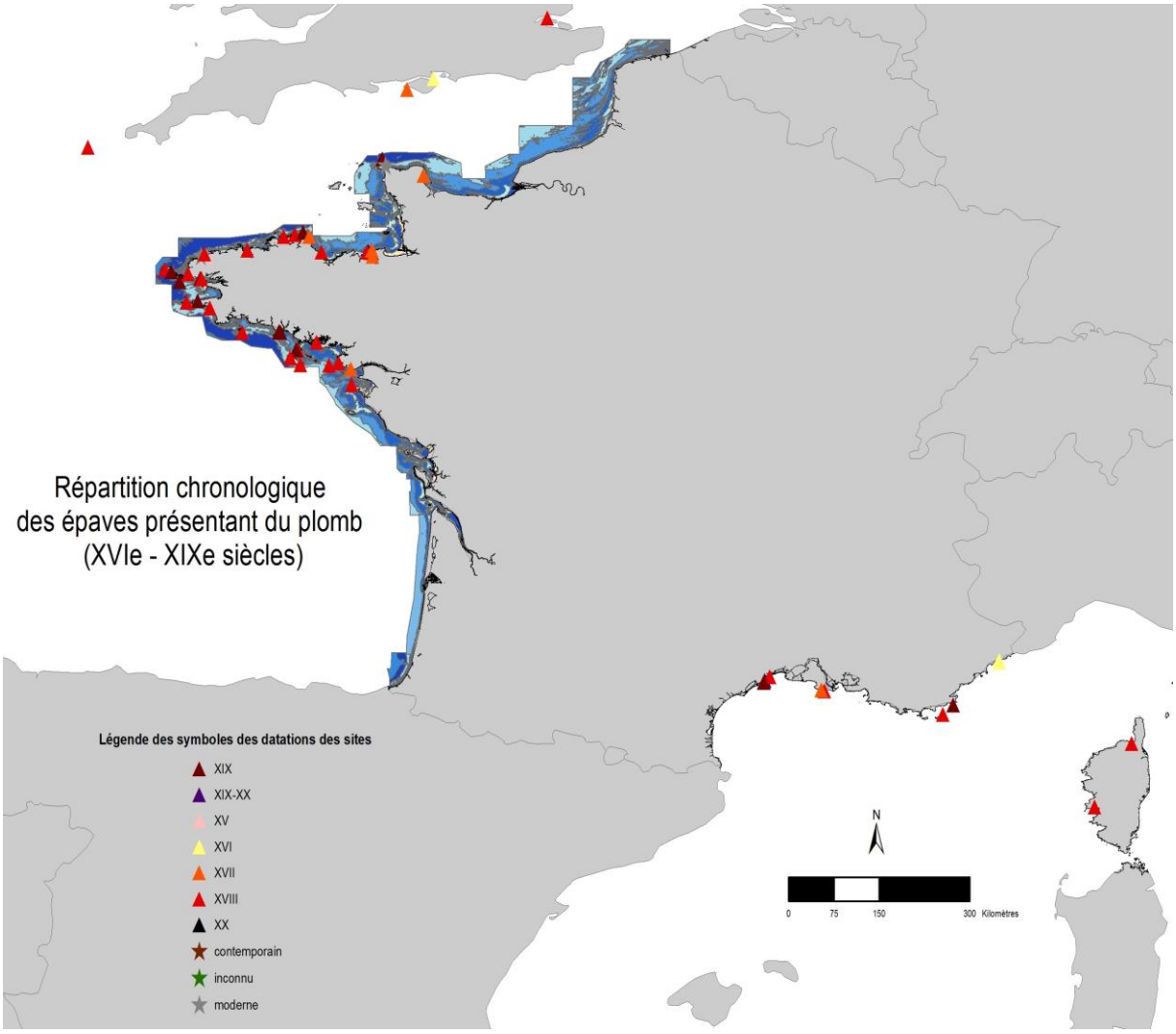


Figure 13 : Carte de la répartition chronologique des sites archéologiques présentant du mobilier en plomb sur le littoral français, XVIe-XIXe siècles (SIG Arc Gis, carte personnelle, 10/2015)

Cette situation peut en partie s'expliquer par l'ouverture progressive, suite à la découverte de l'Amérique par Christophe Colomb en 1492, de nouvelles routes maritimes commerciales vers les Indes et l'Amérique, essentiellement au départ du littoral atlantique. De plus, le développement du commerce triangulaire à partir du XVIe siècle, induit la création de nouveaux ports et comptoirs commerciaux sur cette façade pour faire face à l'augmentation du commerce maritime privé. Enfin, plus spécifiquement pour cette étude, une très large part du plomb utilisé en France provenant de l'importation, comme nous l'expliciterons plus loin, essentiellement depuis les mines anglaises et les pays du nord, il transitait donc de manière privilégiée sur ces mers entrainant la présence d'un plus grand nombre d'épaves ayant transporté du plomb sur ces côtes. On pourrait enfin naturellement aussi évoquer ici le fait que les recherches archéologiques méditerranéennes aient été, pendant longtemps, essentiellement tournées vers les épaves de l'époque antique.

Des zones vides d'épaves apparaissent également, comme dans la région des Landes par exemple. Ces manques ne doivent pas être interprétés comme une absence de navigation, mais

ils découlent de la combinaison de plusieurs facteurs externes comme les conditions environnementales locales ou encore l'état de la recherche archéologique dans la région. Les côtes de la région des Landes par exemple ne présentait pas de ports de commerce très importants entre le XVIe et le XIXe siècle et ne disposait d'aucune anse pour mettre à l'abri les navires lors des tempêtes. Il est donc probable qu'il se soit agi d'une zone à vocation principale de passage maritime. Les forts courants et les importants mouvements de sable sur cette côte ont également dû contribuer à faire disparaître un grand nombre de vestiges archéologiques. Cependant, des prospections archéologiques systématiques ont récemment été mises en place dans la région par le DRASSM, laissant espérer de futures découvertes pouvant étayer notre corpus d'étude.

Enfin, comme nous l'avions déjà mentionné, la prédominance des vestiges des XVIIIe et XIXe siècles sur les périodes plus anciennes apparaissait clairement sur la carte, tout comme le hiatus médiéval. Celui-ci peut en partie être expliqué par l'utilisation de navires de plus faible tonnage, se repérant moins bien une fois coulés. Cependant, d'autres causes semblent nécessaires pour expliquer l'importance de ce manque mais elles restent à ce jour méconnues. La période du XVIIIe siècle quant à elle, correspond en France au développement de la flotte royale, entrainant la multiplication des navires produits mais aussi des combats maritimes qui produisent de fait, de multiples épaves.

1.1.2. Le corpus documentaire

Un autre aspect de l'inventaire réalisé pour cette recherche a été le dépouillement des sources documentaires. En effet, comme nous l'avons déjà dit, le plomb est un métal du quotidien peu onéreux, et n'a donc presque jamais fait l'objet d'ouvrages lui étant spécifiquement dédiés. De plus, il est très souvent simplement mentionné et non décrit de manière détaillée, aussi est-il difficile de retrouver des informations réellement utiles à partir des sources documentaires. Il a donc fallu multiplier les lieux de consultation, augmenter au maximum la quantité d'ouvrages dépouillés et varier les types de documents afin de glaner des bribes d'informations autour du plomb (ANNEXE 1). Ce travail particulièrement chronophage paraissait primordial, pour appréhender toute la complexité de la mise en œuvre de ce métal à bord et de sa gestion dans la marine, et pour compléter la documentation archéologique par des informations historiques.

Ainsi donc, la documentation consultée au cours de ces trois années de recherche a été particulièrement variée, que ce soit dans ses formes (manuscrites ou imprimées) mais aussi dans la nature des informations renfermées (correspondances, mémoires, traités scientifiques, inventaires etc.).
Les ordonnances, traités, mémoires et autres documents officiels définissent la vision administrative de l'emploi du plomb dans la marine. Ces documents écrits sont à pondérer par

la réalité concrète, observée via l'étude du mobilier archéologique mais aussi à partir des listes d'armement et de désarmement des navires[40].
Les correspondances, les marchés de fourniture ou les inventaires d'arsenaux nous permettent quant à eux d'approcher la réalité commerciale entourant le plomb, mais aussi de mieux cerner le rôle des plombiers de la marine par exemple.
Des informations sur la nomenclature, l'identification et les caractéristiques du corpus de cette thèse ont également pu être retrouvées grâce au dépouillement systématique des dictionnaires, et ceux de marine plus particulièrement. Ces définitions ont permis la création d'un dictionnaire spécialisé sur la nomenclature entourant le plomb, et celui-ci est présenté dans le volume II de ce travail. Les modalités de réalisation de ce dictionnaire sont présentées plus loin dans ce chapitre.
Enfin, des données concernant la mise en forme et le travail du plomb peuvent être obtenues par les rares traités spécialisés, datant pour leur majorité du XVIIIe siècle, qui illustrent leurs propos de quelques planches iconographiques extrêmement précieuses pour cette étude (FIGURE 14).

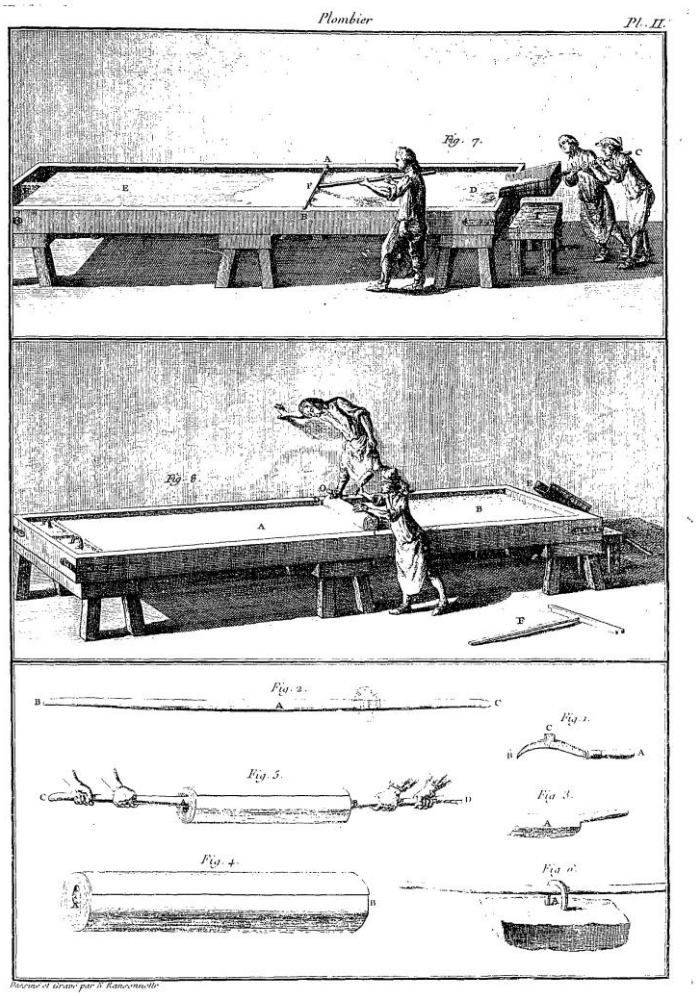


Figure 14 : Planche illustrant le travail des plombiers et la création de table de plomb (Lagardette, 1773, planche II)

[40] Ces listes détaillent l'ensemble de l'équipement nécessaire et leur quantité respective, poste par poste, pour le départ ou l'arrivée d'un navire.

On le voit, une très grande variété d'informations peut être recueillie en parcourant la documentation historique ; cependant elles n'ont pas toutes la même précision et ne seront donc pas à considérer sur le même plan scientifique. Ainsi, la théorie d'un traité officiel ne peut être placée sur le même niveau qu'une simple liste d'armement, présentant la réalité concrète, mais de manière beaucoup plus anecdotique.

L'ensemble de ces documents, lorsqu'ils seront utilisés pour étayer ou contredire une hypothèse au cours de cette thèse, seront toujours replacés dans leur contexte d'émission afin de prendre en compte l'environnement social, économique ou politique entourant leur auteur, et ayant pu influer sur le propos énoncé.

Il faut par ailleurs noter qu'une large majorité de la documentation accessible dans le cadre de cette recherche a une datation comprise entre la fin du XVIIe et le XIXe siècle. Presque aucune source écrite concernant le plomb n'a été retrouvée pour des périodes plus anciennes, à savoir le XVIe et le début du XVIIe siècle. Il ne faut pas imaginer qu'aucun document n'existe pour cette période mais la marine royale étant moins importante et organisée à cette époque, les documents n'ont pas été regroupés et conservés systématiquement dans des centres d'archivage, contrairement à ce qui s'est fait après l'arrivée de Colbert en tant que Ministre de la Marine (1669). Ce travail avait déjà été entamé préalablement, notamment par Richelieu (1624-1642), mais n'avait pu atteindre le même niveau d'organisation. Ainsi, en l'état actuel des recherches, peu ou pas de document ont été retrouvés préalablement au XVIIe siècle. La prospection dans les archives officielles, scientifiques ou privées devra donc être poursuivie et cette limite documentaire sera à garder à l'esprit lors de la lecture de cette thèse.

Mais une seconde limite doit également être signalée. Il s'agit du contraste frappant entre la quantité de documents disponibles pour la marine privée et ceux pour la marine royale. En effet, si la centralisation de la flotte royale permet, dès la fin du XVIIe siècle, la conservation et le stockage d'un grand nombre de documents, il n'en est pas de même entre les particuliers. Ainsi, les informations concernant la marine privée sont difficiles à trouver et souvent assez lacunaires : quelques contrats de vente ou des listes d'armement de navire ont été vus mais rien de spécifiquement lié au plomb. Restons toutefois optimiste, puisque depuis une dizaine d'années des recherches et des dépouillements sont réalisés sur cette documentation privée. Aussi il serait bon de continuer une veille bibliographique afin de récupérer toutes les données pouvant être utiles dans les années à venir.
Ces lacunes concernant la marine privée rendant d'autant plus nécessaire le croisement des données avec les « archives du sol », c'est-à-dire les vestiges archéologiques, seuls éléments pouvant nous renseigner sur l'emploi du plomb à bord de ces navires armés par des particuliers. La comparaison des vestiges retrouvés sur des navires royaux et privés pourra, espérons-le, permettre d'améliorer nos connaissances sur les variations entre ces deux contextes d'armement.

Enfin, il parait nécessaire de rappeler une évidence, des choix ont dû être faits dans les centres d'archives consultés afin de réaliser cette recherche dans le temps imparti. Ainsi, certains dépôts documentaires ont été laissés de côté, c'est notamment le cas d'une grande majorité des archives départementales qui devront être dépouillées par la suite pour compléter les données présentées ici.

La recherche bibliographique s'est également aussi portée sur la lecture d'articles scientifiques spécialisés sur le plomb. Comme nous l'avons déjà mentionné dans l'introduction de ce texte, il s'agit principalement d'études portant sur du plomb antique, auxquelles s'ajoutent quelques rares articles récents traitant du plomb issu d'épaves modernes.

L'ensemble de la documentation consultée représente finalement 240 documents manuscrits consultés en archives depuis le début du mémoire de Master, et 311 sources imprimées. Ces dernières regroupent 99 dictionnaires, traités et manuels, 102 rapports de fouille et environ 110 articles archéologiques et scientifiques modernes.

1.2. Des outils de travail spécifiquement créés

Comme cela a déjà été évoqué précédemment, il a été nécessaire de créer des outils spécifiquement adaptés à l'étude d'un mobilier en plomb très varié morphologiquement et permettant de gérer des corpus, mobilier et documentaire, conséquents.

1.2.1. Une base de données pour enregistrer le plomb

La première étape a donc été de créer une base de données permettant l'enregistrement individuel de chaque pièce de mobilier en plomb, intéressante pour cette étude. Celle mise en place lors du travail de Master n'a pu être réemployée en l'état car la fiche inventaire ne présentait que des caractéristiques spécifiques aux plombs de sonde, inadaptées aux nouvelles morphologies rencontrées lors de cet inventaire. Ainsi, après plusieurs adaptations, cette ancienne version a pu être réemployée en partie et les plombs de sonde déjà inventoriés n'ont pas dû être réenregistrés. De plus, l'emploi passé du logiciel de gestion et création de base de données, File Maker Pro, a permis de manipuler et de travailler avec plus d'aisance, avec ses interfaces et ses spécificités. Il n'a donc pas été difficile de créer en début de thèse une nouvelle fiche inventaire, comprenant des rubriques supplémentaires, adaptées cette fois aux nouvelles contraintes liées à cette thèse.

L'utilisation d'un logiciel spécialisé dans l'inventaire et la gestion de données si variées typologiquement (texte, mesures, illustrations, etc…) était nécessaire pour ce travail puisque

le corpus final est particulièrement conséquent : 569 fiches créées pour 10 741 artefacts. Sans cet outil, il serait presque impossible de réaliser des tris ou des comparaisons efficaces entre certaines catégories de mobilier ou selon des critères de sélection, définis au préalable. Ces derniers peuvent être de plusieurs types : mesures, masses, formes, présence ou non d'inscriptions, etc. De plus, ils peuvent être combinés grâce au logiciel pour réaliser des tris de plusieurs facteurs simultanément.

Afin d'obtenir la plus grande précision possible dans l'inventaire du mobilier et permettre des comparaisons fines par la suite, ce ne sont pas moins de 64 rubriques qui ont dû être créées (FIGURE 15).

Voici présentées ici les grandes catégories d'informations recueillies :

- numéro d'inventaire : celui-ci est unique pour chaque fiche créée et est composé de la manière suivante : Num X. Il s'agit ici du numéro individuel, donné à chaque objet ou lot d'objets enregistrés dans le corpus. Le mobilier présenté et étudié dans ce volume de texte sera toujours fourni avec son numéro d'inventaire afin de pouvoir se référer à sa fiche d'enregistrement fournie dans le volume II.

- nature de l'artefact : le choix a été fait de répartir les artefacts inventoriés en deux grandes catégories avec d'une part, le mobilier plat sous la forme de feuille, et d'autre part, le mobilier mis en forme. Au début de cette recherche, les catégories choisies étaient les suivantes : laminées ou modelées mais très vite elles ont présenté le défaut de ne pas laisser la place au mobilier coulé. De plus, il est très difficile dans la plupart des cas, de savoir à l'œil nu si une feuille de plomb a été simplement coulée ou laminée ensuite. Le choix a donc été fait de modifier les catégories de la rubrique « nature » et de rajouter en parallèle une seconde catégorie pour identifier plus précisément le mode de mise en forme lorsque cela était possible : coulé/martelé/laminé/non identifiable.

- attribution fonctionnelle : cette catégorie correspond au grand type d'emploi de l'objet à bord. Il a donc fallu laisser cette catégorie suffisamment large pour ne pas isoler trop rapidement l'artefact et pouvoir le comparer à d'autres éléments, liés à la même activité à bord. Les classes fonctionnelles définies sont au nombre de huit : agrès, armement, architecture et aménagement, cargaison ou lest, loisirs, équipement du bord, métrologie, navigation, ainsi qu'une catégorie « indéfinie ».

- identification : à cette étape de la fiche, l'objet est uniquement identifié selon son type d'emploi général à bord. Une précision de sa fonction est donc ensuite nécessaire. Cependant, pour cette catégorie, il a fallu créer deux zones d'enregistrement pour pouvoir faire apparaitre d'une part, les termes historiques et d'autre part, les termes actuels qui ne concordent pas forcément. L'emploi du terme historique est important pour resituer un objet dans son contexte, mais aussi pour pouvoir se reporter aux définitions contemporaines figurant dans les dictionnaires de marine. Cependant, la mention des termes actuels est aussi nécessaire puisqu'elle permet de comparer et de

regrouper le mobilier remplissant la même fonction à bord mais ne datant pas des mêmes périodes afin de constater si des évolutions apparaissent ou non. Les termes d'identification ont été classés par ordre alphabétique pour une plus grande facilité d'usage, mais ils ont aussi été séparés suivant s'ils concernent un mobilier manufacturé du bord, un élément brut ou encore un artefact semi-manufacturé. Enfin, une catégorie « inconnue » est toujours nécessaire.

- contexte de découverte : cette catégorie comprend plusieurs rubriques qui apportent toutes des informations se référant au lieu et au mode de découverte de l'artefact ; précieux indices pour comprendre son emplacement à bord du navire ou encore constater des différences de morphologie selon le type de navire. Ont donc été regroupées sous cette appellation les informations suivantes : lieu de découverte, auteurs des découvertes du site et de l'objet, datation du site archéologique, informations supplémentaires sur le contexte de découverte.

- état et lieu de conservation : ces rubriques permettent de retrouver rapidement un artefact s'il s'avère nécessaire de le revoir à nouveau. De plus, l'état du mobilier est intéressant à prendre en compte, notamment pour estimer si des traces peuvent encore être visibles sur l'artefact et pouvoir suivre l'évolution de sa conservation.

- photos et dessins de l'artefact : un des intérêts de ce logiciel informatique est qu'il permet d'intégrer directement sur la fiche inventaire de l'objet des fichiers annexes comme des images. Ainsi, quatre cadres d'insertion ont été créés pour pouvoir faire apparaitre un maximum de clichés de l'artefact et de ses détails et un cadre supplémentaire est consacré à la présentation du dessin de l'objet. Les auteurs des clichés et du dessin sont systématiquement spécifiés s'ils sont connus.

- description et mesures de l'artefact : une large zone a été réservée sur la fiche d'inventaire pour la description de l'objet car un certain nombre de détails morphologiques ou techniques ne peuvent être mesurés et doivent donc être décrits pour être enregistrés. Les mesures à prendre sur le mobilier ont été rationnalisées et normalisées pour pouvoir ensuite comparer n'importe quel artefact avec un autre. Par conséquent, suivant les artefacts, certaines mesures qui leur sont spécifiques n'apparaissent pas dans les cases à remplir. Elles sont donc exprimées au sein du texte descriptif. Cette spécificité a parfois rendu les comparaisons plus difficiles à réaliser directement dans la base de données elle-même mais des tableaux Excel spécifiques à chaque type de mobilier ont été réalisés pour compléter ces enregistrements et permettre ces analyses. De plus, sans cette normalisation des mesures, il aurait fallu créer des fiches inventaires spécifiques à chaque type d'objet, or certains éléments étant encore mal identifiés, cela aurait nuit aux comparaisons inter-objets.

- inscription éventuelle : comme son nom l'indique cette rubrique recense les inscriptions éventuellement portées par l'objet et précise leurs dimensions si celles-ci ont pu être mesurées.

- bibliographie liée : cette rubrique permet de faire apparaitre les références bibliographiques apportant des informations sur le contexte de découverte du site archéologique ou sur l'objet lui-même. Cela facilite le retour à ces sources d'informations suivant les besoins.

FICHE OBJET NUMERO ISOLATION 544 Liste

VUE GENERALE

Fiche objet remplie ☒ oui ☐ non Nombre

Littoral Français ☒ oui ☐ non



Nature	feuille	/	martelé
Attribution fonctionnelle	armement		
Terminologie historique	couvre-lumière		
Identification	couvre-lumière		

CONTEXTE

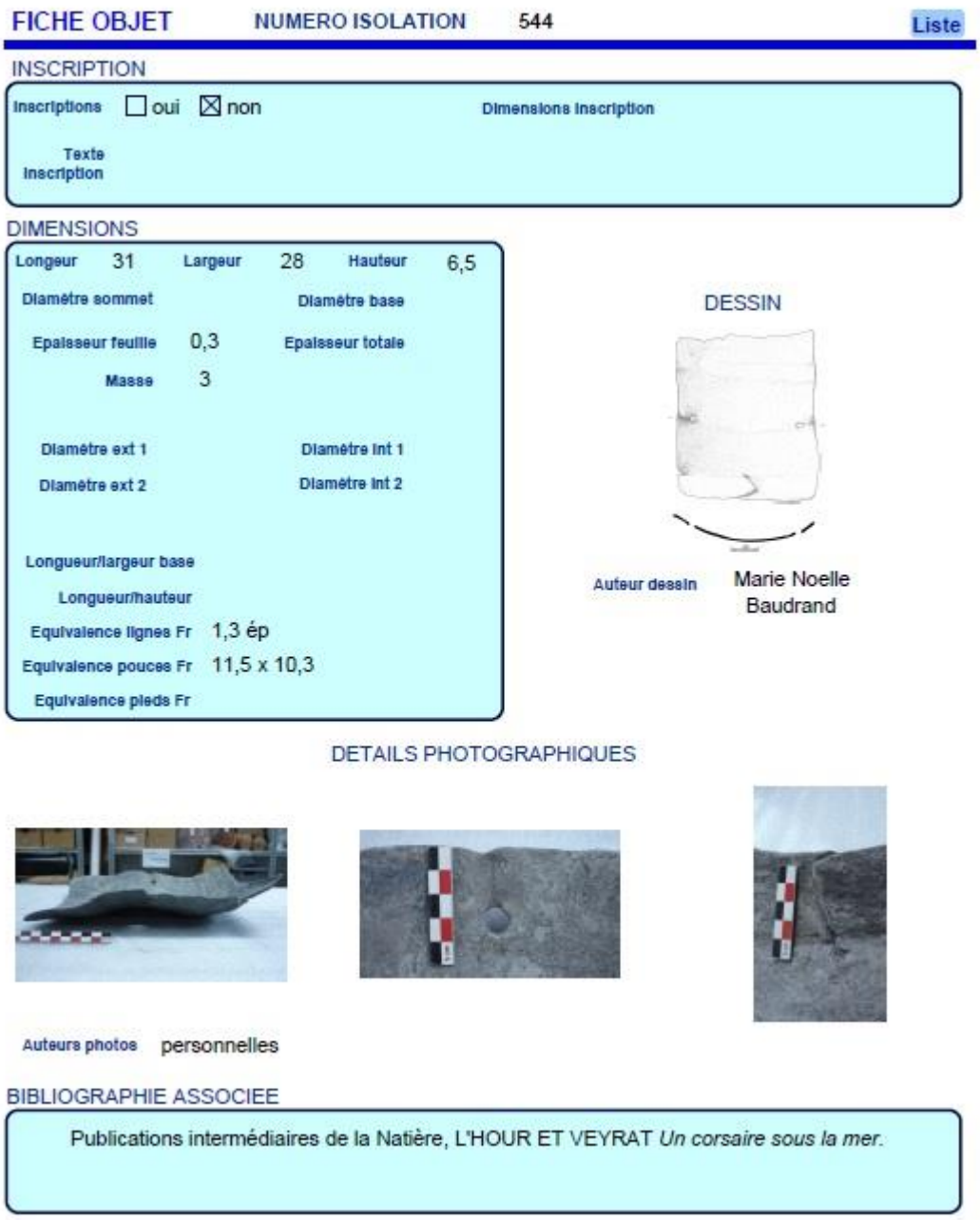
Datation	XVIIIe (11/12/1704)
Lieu de découverte	épave de la *Dauphine*, Natière 1
Inventeur du site	Jean-Pierre Génar
Auteur découverte	Jean-Luc Lahitte
Contexte de découverte	09/07/2005 en J 18-9, Proche de la culasse du canon Nat 2014.

CONSERVATION

Lieu de conservation	Musée de Saint Malo, Réserves		
Etat de conservation	bon	Num autre base	Nat 2005

DESCRIPTION

Couvre-lumière entier, encore conservé en forme avec emplacement de la plate-forme de culasse et de l'astragale de lumière. La plaque est fendue sur le côté de la plate-bande de culasse pour mieux épouser la forme du canon. Sur les deux côtés latéraux de la plaque, présence d'un trou de 1,1 cm de diamètre, qui permettait de passer un lien maintenant le couvre-lumière sur le canon.
Pas d'inscriptions visibles ni intérieurement, ni extérieurement.
La partie repliée, comprenant la fente mesure 6,5 cm de haut.
A l'oeil nu il est impossible de distinguer si la feuille utilisée a été coulée ou laminée mais la mise en forme finale a été faite par martelage et replis de matière.


FICHE OBJET NUMERO ISOLATION 544 Liste

INSCRIPTION

Inscriptions ☐ oui ☒ non Dimensions inscription

Texte inscription

DIMENSIONS

Longueur 31 Largeur 28 Hauteur 6,5

Diamètre sommet Diamètre base

Epaisseur feuille 0,3 Epaisseur totale

Masse 3

Diamètre ext 1 Diamètre int 1

Diamètre ext 2 Diamètre int 2

Longueur/largeur base

Longueur/hauteur

Equivalence lignes Fr 1,3 ép

Equivalence pouces Fr 11,5 x 10,3

Equivalence pieds Fr

DESSIN

Auteur dessin Marie Noelle Baudrand

DETAILS PHOTOGRAPHIQUES

Auteurs photos personnelles

BIBLIOGRAPHIE ASSOCIEE

Publications intermédiaires de la Natière, L'HOUR ET VEYRAT *Un corsaire sous la mer.*

Figure 15 : Exemple de la fiche inventaire détaillée du couvre-lumière découvert sur l'épave de la *Dauphine*, 1704, Num 544

Lors de la réalisation de cet inventaire et de la création de la base de données qui lui est liée, une réflexion approfondie a dû être menée sur la nomenclature à employer pour caractériser le mobilier à enregistrer. En effet, il est nécessaire d'évaluer l'influence que peut représenter une terminologie trop précise, employée lors des descriptions des objets. Afin de ne pas rencontrer ce problème lors de cette thèse, le choix a été fait de privilégier une terminologie générique pour décrire les artefacts et de créer plusieurs niveaux d'identification fonctionnelle. Cependant, certains termes spécifiques ont tout de même dû être créés et employés pour combler des lacunes terminologiques et permettre ainsi une plus grande précision des descriptions réalisées. A titre d'exemple nous pouvons citer ici les termes de

« collerette de fixation » ou de « plat-bord » nécessaires pour décrire des spécificités morphologiques pour lesquelles aucun terme n'existait ou n'avait été défini à cet usage. Ils seront explicités plus loin au cours du texte.

De même, comme cela a été brièvement évoqué précédemment, la définition de catégories de classement liée à l'identification générique et fonctionnelle des artefacts s'est révélée problématique. En effet, une rubrique fonctionnelle unique aurait entrainé une anticipation et une réduction des hypothèses d'identification possible de l'artefact. C'est pourquoi le choix a été fait de créer plutôt trois niveaux hiérarchisés, de plus en plus précis, pour pouvoir faire des tris et des comparaisons plus ou moins génériques, sans présager dès le départ d'un usage de l'artefact. De cette manière, un tri est déjà possible par les seules formes ou nature de l'objet. Ces trois niveaux ont déjà été présentés au-dessus : NATURE / ATTRIBUTION FONCTIONNELLE / IDENTIFICATION.
Pour chacun de ces trois niveaux, de nombreuses questions se sont posées au fur et à mesure de la découverte de l'immense variété du mobilier en plomb, de l'inventaire d'artefacts inconnus ou encore de la compréhension des techniques de travail du plomb. Ainsi, la rubrique « Nature », a dû être remaniée, comme nous l'avons mentionné ci-dessus. La distinction a finalement été faite non pas par le mode de mise en forme des artefacts mais par leur morphologie générale : à plat pour les feuilles ou en relief, 3D pour le mobilier mis en forme.
En ce qui concerne la rubrique « attribution fonctionnelle » déjà évoquée, certaines catégories ont été délibérément retirées des choix possibles au cours de cette thèse. Ainsi le terme de « commerce » a été supprimé car une cargaison est difficilement identifiable comme étant uniquement à vocation commerciale. L'exemple des lingots de plomb ou des plombs en table est à ce titre explicite. En effet, s'ils sont souvent transportés en grande quantité à bord, et pèsent suffisamment lourd pour servir de lest, ils peuvent potentiellement être vendus à l'arrivée. On emploiera donc plutôt le terme de lest utile plutôt que celui de cargaison commerciale. De même le terme de « lest » seul a été ôté car il est très difficile d'établir qu'un élément n'ait que cette unique fonction à bord et ne puisse pas être vendu à l'arrivée ou utilisé lors du voyage si le besoin s'en fait sentir. Au final, le choix a donc été fait de proposer la catégorie « cargaison ou lest », ce qui permet de rester ouvert sur l'usage final de l'objet.

Par l'intermédiaire de ce logiciel de gestion de données, il a été possible de créer trois types de visualisations différentes du corpus enregistré : une liste du mobilier inventorié ne comprenant que les grandes catégories permettant de définir l'objet et de le retrouver, des fiches inventaire complètes[41] et détaillées ou bien des fiches inventaire allégées[42].

[41] La totalité de la base de données est fournie sous la forme d'un CD-Rom contenant les fiches inventaires complètes.
[42] Les fiches allégées sont présentées dans le volume II de cet ouvrage.

1.2.2. Dessin normalisé du mobilier

Une fois inventorié et enregistré dans la base de données, le mobilier a été dessiné de manière standardisée. Un objet dont la taille dépassera 12 cm une fois mis à l'échelle 1/3 sera réduit à l'échelle ¼. Ce dessin technique doit permettre de comprendre l'objet en trois dimensions mais aussi de voir sa ou ses coupe(s) transversales ou longitudinales selon ses caractéristiques morphologiques (FIGURE 16). Le type de dessin employé dans le cadre de cette étude reprend les modalités du dessin de céramiques, à la fois précis et efficace dans ses codes de représentation : une vue de profil dont la partie gauche est une coupe de l'objet, une vue du dessous et du dessus mais aussi une ou des coupes aux endroits remarquables si le besoin s'en fait sentir pour comprendre l'objet correctement.

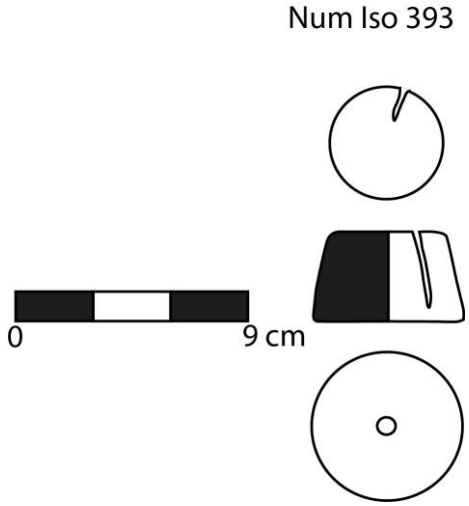


Figure 16 : Dessin à l'échelle 1/3 du peson de plomb présenté ci-dessus (dessin personnel)

La réalisation des dessins scientifiques passe par plusieurs étapes. Tout d'abord la conversion des mesures à la bonne échelle, puis l'utilisation de ces mesures et des clichés pour réaliser un dessin le plus précis possible sur un papier millimétré, enfin la reprise sur le logiciel de Dessin Assisté par Ordinateur, Illustrator, permettant de vectoriser les points du dessin et donc de pouvoir ensuite les manipuler facilement pour les regrouper sur une seule planche morphologique, les réduire ou les agrandir etc… Cette étape permet d'avoir à disposition l'ensemble du corpus inventorié, sous la forme de dessins standardisés, qui pourront ensuite être facilement comparés, et rassemblés au besoin sur des planches morpho-typologiques, à la même échelle.

1.2.3. Base de données bibliographique

En parallèle de la création et de la gestion des données archéologiques elles-mêmes, il a aussi été nécessaire de constituer une base de données recensant l'ensemble des informations liées aux documents dépouillés. C'est donc la totalité de la bibliographie consultée à ce jour qui a été enregistrée de manière très détaillée. Cet outil de travail ayant déjà été créé lors du mémoire de Master, il a été très facile de poursuivre l'enregistrement des documents consultés par la suite au cours de la thèse. Si la création de cette base de données a nécessité un certain temps au départ, elle se révèle être un outil excessivement pratique, permettant un gain de temps non négligeable lors des phases de réflexions et de rédaction. En effet, celle-ci reprend les informations liées à la publication de l'ouvrage (auteur, date et lieu de publication, titres, édition etc…) mais des champs de mots clefs à remplir, selon les sujets abordés par le document, ont également été ajoutés. Cela permet de réaliser ensuite des tris thématiques, suivant des mots clefs choisis, afin d'en extraire une bibliographie spécialisée sur un sujet en particulier. De cette manière, il est très facile ensuite, lors de réflexions menées pour la rédaction d'une partie de cette thèse ou d'un article spécifique, de récupérer la totalité des documents lus et disponibles à ce sujet. Sont aussi mentionnés dans cet inventaire bibliographique les pages de l'ouvrage qui se sont révélées intéressantes pour cette recherche, mais aussi le lieu et l'année de consultation du document. Ces informations ont pour but de permettre ensuite un retour plus rapide aux documents si des compléments d'information sont nécessaires.

1.2.4. Création d'un Système d'Information Géographique

Enfin, un Système d'Information Géographique (SIG), déjà mentionné (cf 1.1), a été réalisé sur le logiciel ArcGis afin de géoréférencer l'ensemble des sites archéologiques et des artefacts isolés inventoriés dans notre corpus. Un géoréférencement signifie que le logiciel associe une entité (site archéologique ou artefact seul) à une coordonnée géographique dont le système de représentation spatiale aura été choisi au préalable. Dans le cadre de cette thèse, l'ensemble des coordonnées géographiques a été enregistré et tracé sur l'ellipsoïde « WGS 84 »[43]. Ainsi, chaque site archéologique ou artefact a pu être replacé sur une carte du littoral français, et une carte mondiale pour les éléments découverts à l'étranger. Mais il faut rappeler ici qu'un SIG enregistre également des informations connexes liées à chaque entité qui lui est intégrée. Il s'agit en réalité de toute une base de données qui est géoréférencée et non pas une donnée unique. Ainsi, chaque site archéologique est positionné sur une carte mais il est également possible de faire apparaitre sur cette carte sa datation, les différents types d'artefacts en plomb qui y ont été découverts, le type de navire utilisé ou encore la cause du naufrage si elle est connue. Pour cela, il suffit de sélectionner dans les paramètres du logiciel

[43] Ellipsoïde WGS 84 en projection Mercator.

les critères à utiliser pour réaliser la représentation graphique voulue. Des codes de représentation des données peuvent être choisis, par variation des symboles, des échelles de couleur ou de taille des symboles etc… L'intégration de l'ensemble de ces données au sein du SIG permet ensuite la visualisation de cartes thématiques pour tenter de répondre aux problématiques posées par cette recherche.
La réalisation de ce SIG a été particulièrement longue et fastidieuse car ce logiciel n'est pas très intuitif et il s'agissait d'une première utilisation approfondie pour cette thèse. Une aide vitale nous a donc été apportée par Agnès Baltzer et ses collègues sur les questions techniques de mise en forme de la base de données du SIG et des différents modes de visualisation des données.

L'ensemble des outils détaillés ci-dessus et mis en place pour cette thèse ont permis de travailler efficacement sur des données variées se rapportant à plusieurs champs disciplinaires simultanément.

1.3. Interdisciplinarité de cette recherche

L'intérêt premier de cette recherche étant de réaliser une étude complète de l'emploi du plomb à bord des navires sur une période donnée, cela nécessite d'aborder cette question suivant de nombreux angles différents : économique, technique, métallurgique, social, culturel, architectural, historique etc…. On ne pouvait se restreindre à un simple catalogue de ce mobilier. Une analyse archéologique poussée nécessite le recours à d'autres disciplines si l'on veut obtenir une vision globale de l'emploi du plomb dans la marine, et ainsi témoigner de son intérêt scientifique. Cette étude d'un mobilier de la culture matérielle doit prendre en compte les différents niveaux de significations des objets analysés, c'est-à-dire leur sens fonctionnel direct, mais aussi leur sens symbolique et les informations induites sur la société qui les employaient. Les problématiques posées ne peuvent être abordées sans recourir à différentes méthodes d'analyse des données[44]. C'est donc bien une recherche fondamentalement pluridisciplinaire qu'il a fallu mettre en place ici. Détaillons donc maintenant les méthodes d'analyses employées lors de cette recherche.

1.3.1. Etapes de l'étude archéologique

Une étude portant sur des artefacts ne peut être décemment menée sans mettre en place les fondamentaux de toute analyse archéologique. Il faut décortiquer, travailler le corpus mobilier afin de le « faire parler ». Cela passe essentiellement par une étude approfondie de

[44] Les problématiques de travail de cette thèse ont déjà été détaillées dans l'introduction de ce texte.

ses morphologies pour voir si des constances ou des évolutions ressortent. Pour cela, de nombreux critères sont exploités mais ils peuvent être regroupés au sein de deux grands groupes : d'une part, les critères mesurables (dimensions, masses, angles des profils…) et d'autre part ceux dits « observables » c'est-à-dire ceux faisant appel à notre sens de la vision (présence d'inscriptions, aspect de l'objet, morphologie générale, détails spécifiques…). Afin d'exploiter ces deux types de données, différents outils peuvent être employés. La réalisation de statistiques[45] et de graphiques présentant la répartition de données mesurables choisies, peut permettre de faire apparaitre des regroupements et de proposer des types ou groupes de mobilier aux caractéristiques semblables. Ces propositions seront ensuite à comparer avec les regroupements établis suivant les seuls critères visuels ou d'après d'autres critères annexes. Ce n'est que par la combinaison du tout que l'on obtient des hypothèses de regroupements morphologiques pertinents scientifiquement. Le corpus mobilier inventorié pour cette thèse est suffisamment important pour permettre la création de ces statistiques et groupes.
Le classement typologique du mobilier archéologique repose en général sur l'emploi de critères discriminants comme la forme générale de l'objet, son décor ou ses marques, ses détails visibles à l'œil nu, mais cette méthode est en permanence confrontée au problème de l'ambiguïté du langage, même spécialisé, que l'on peut employer pour décrire parfaitement ces formes. C'est pourquoi, nous l'avons vu, il est d'une part nécessaire de créer les termes descriptifs manquants et de les définir précisément ; mais d'autre part, il a aussi été nécessaire de réaliser des analyses statistiques de la répartition des données mesurables issues du mobilier, pour compléter le discours descriptif et pouvoir isoler des groupes de manière neutre. C'est uniquement par ce biais là que les propositions de types ou groupes qui pourront être établies seront exportables et réutilisables par d'autres scientifiques à l'avenir. Or, il s'agit de tout l'intérêt de cette étude : ne pas uniquement créer des groupes définitifs mais plutôt proposer des critères distinctifs qui serviront à l'intégration de nouveau mobilier par la suite mais aussi à affiner les propositions précédemment émises.

Une fois ces regroupements morphologiques établis, s'ils sont possibles, il est parfois envisageable de proposer des hypothèses de chrono-typologie, c'est-à-dire d'évolutions des formes d'un type de mobilier particulier au fil du temps. Toutefois, un certain nombre de facteurs limitent ces analyses. En effet, certains éléments mobilier ne possèdent pas de datation et de provenance précises bien identifiées puisqu'ils sont découverts de manière isolée, ou hors stratigraphie sur les sites archéologiques, ou encore conservés au sein de réserves de musées ou chez des particuliers qui ne possèdent plus les informations liées à leur contexte de découverte. Aussi, si dans une majorité de cas l'identification fonctionnelle de l'objet peut être réalisée directement grâce à sa morphologie, pour certains artefacts, c'est leur position *in situ* qui l'induit ou la précise. A titre d'exemple, les dalots, tuyaux de plomb servants à l'évacuation des eaux, peuvent aussi être des tuyaux « de pont » ou de « pompes », voire de commodité, comme nous le verrons plus tard, selon leurs position et usage à bord. La distinction visuelle entre un écubier, un dalot et un tuyau de commodité n'est donc pas

[45] Il s'agit ici de statistiques très simples comme le calcul de moyennes, d'écart-types, de proportions, de rapports de mesures etc…

aisée[46] et ne peut se faire que par leur position *in situ* respective or, ces trois objets ont bien des fonctions très différentes à bord.
De plus, certains objets peuvent avoir été mal documentés lors des fouilles archéologiques. Pendant longtemps, ces artefacts de plomb étaient en effet largement mis de côté et à peine listés, lorsqu'ils n'étaient pas tout simplement ignorés par les archéologues. Enfin, le réemploi de plombs usagés, nommés « vieux plomb » dans les archives, et les échanges suivant une prise ou un désarmement d'un navire sont tellement faciles que cela rend l'utilisation d'un même objet sur une longue période possible et engendre une difficulté supplémentaire évidente pour le dater précisément. Autant de circulations possibles rendent le travail de datation de l'objet particulièrement délicat. La date de fabrication d'un objet en plomb ne correspond donc pas forcément à la date de mise en service ou d'armement du navire sur lequel on le retrouve. Le rattachement d'un objet à une épave dépend également de la cohérence structurelle du site archéologique : site peu perturbé et encore homogène ou non. En corollaire, un certain nombre d'artefacts pris en compte dans ce corpus ne peuvent donc être intégrés à ces réflexions chrono-typologiques, car toutes les informations concernant leur utilisation et leur datation ne sont pas toujours connues.
Ainsi, les essais de chrono-typologies sont à manier avec une grande prudence et à réévaluer à l'aune de chaque nouvelle découverte de mobiliers bien caractérisés et datés.

1.3.2. L'apport des sources documentaires

Le recours aux sources historiques représente le deuxième axe d'étude nécessaire à toute analyse archéologique menée sur la période moderne. En effet, c'est uniquement par le croisement des données archéologiques avec les sources documentaires disponibles sur la même période, qu'il est parfois possible d'affiner les hypothèses typo-chronologiques émises, de réviser les interprétations fonctionnelles de certains artefacts ou de réévaluer certaines réalités techniques ou économiques.

Une des premières étapes de ce travail de dépouillement des sources documentaires a été de créer un dictionnaire historique des termes en relation avec le plomb[47], en compilant la totalité des définitions retrouvées dans les dictionnaires de marine consultés au cours de cette thèse. Les entrées repertoriées dans ce dictionnaire peuvent renvoyer à des définitions du mobilier en usage à l'époque (dalot, peson, saumon, sonde…), mais aussi à des actions nécessitant du plomb (calfater, laminer, plomber, radouber…). Ce travail est essentiel puisqu'il permet de recenser les terminologies historiques employées pour décrire ces artefacts en plomb et de recueillir certaines informations intrinsèques au mobilier, au gré des

[46] Ces trois éléments sont des tuyaux de plomb mais l'écubier sert à renforcer le conduit du passage des câbles des ancres sur l'étrave, tandis que le dalot permet l'évacuation des eaux accumulées sur les ponts et le tuyau de commodité rejette à la mer les besoins faits par les officiers dans leurs cabines à l'arrière du navire. Se référer au chapitre 4.2.3. pour plus d'informations.
[47] Ce dictionnaire présenté chronologiquement pour chaque terme, est entièrement retranscrit dans le volume II de cette thèse.

définitions mentionnées : mesures, description morphologique, lieux d'utilisation et de stockage à bord, quantités embarquées…

Pour constituer ce dictionnaire historique, 18 ouvrages différents ont été compilés. Si une grande majorité sont des dictionnaires (pour 13 d'entre eux), quelques ouvrages supplémentaires traitant de la marine ont aussi été intégrés tels que : *l'Encyclopédie méthodique de Marine* de Panckoucke (1786), le *Glossaire Nautique* d'Auguste Jal (1848), l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert (1777), le *Grand dictionnaire des Arts et des Sciences* de l'Académie Française (1696) ou encore le traité d'*Hydrographi*e de Fournier (1643). Ce dernier ouvrage est d'ailleurs le plus ancien pris en compte dans ce dictionnaire. Il n'a malheureusement pas été possible de trouver de dictionnaire ou de traité de marine datant du XVe ou du XVIe siècle. Certaines archives viennent compléter ce hiatus historique pour la fin du XVIe siècle mais elles sont très rares et particulièrement lacunaires. A l'inverse, il a été choisi d'intégrer à cette compilation, des dictionnaires de marine contemporains (jusqu'à la fin du XXe siècle), dépassant largement le cadre d'étude de cette thèse, afin de voir si l'usage du plomb dans la marine perdurait encore de nos jours, et si oui, sous quelles formes et selon quelle terminologie. La période couverte par ce dictionnaire historique est ainsi fort étendue, du XVIIe au XXe siècle mais très inégalement répartie. Ainsi, trois ouvrages seulement datent de la seconde moitié du XVIIe siècle, six ont été publiés au XVIIIe siècle, six au XIXe siècle et trois à la fin du XXe siècle. La majorité des dictionnaires de marine, mais c'est le cas de l'ensemble de la documentation écrite, est donc datée des XVIIIe et XIXe siècles. Il faut cependant garder à l'esprit que le plomb n'a pas été moins utilisé ou moins bien décrit pour les périodes antérieures mais qu'il s'agit plutôt ici d'un biais lié à la recherche et à la conservation des sources. Malgré cette limitation, cette compilation de référence, créée spécifiquement pour cette étude, s'est révélée particulièrement utile et devrait pouvoir être diffusée par la suite plus largement, pour servir à tous ceux qui auraient à étudier le plomb lui-même, voire pour les artisans travaillant ce matériau.

Il faut rappeler ici qu'il a rapidement été évident que la majorité des définitions fournies par ces dictionnaires de marine se reprenaient mutuellement et surtout ne détaillaient que très rarement la nature et l'usage de l'objet décrit. Voyons, pour illustrer ce propos, de quelle manière est décrit le terme « chaudron de pompe » au sein de trois dictionnaires de marine datés de 1687, 1696 et 1702 :

- DESROCHES – *Dictionnaire des termes propres de Marine*, 1687, p. 120 : « *c'est une pièce de plomb, ou de cuivre, faite en façon d'un chauderon, qui est troüée en plusieurs endroits, et qui embrasse le bout d'enbas de la pompe pour empescher qu'aucune vilainie n'entre dans la pompe* »

- ACADEMIE FRANCOISE – *Le grand dictionnaire des Arts et des Sciences. Tome troisième A-L.*, 1696, p. 121 : « *On appelle dans un vaisseau chauderon de pompe une pièce de plomb ou de cuivre, faite en manière de chaudron, qui est troué en plusieurs*

endroits, et qui embrassant le bout d'enbas de la pompe, empêche qu'il n'y entre des ordures »

- AUBIN – *Dictionnaire de Marine contenant les termes de la navigation et de l'architecture navale*, 1702, p. 199 : « *c'est une pièce de plomb, ou de cuivre, faite en manière de chauderon, qui est trouée en plusieurs endroits, et qui embrassant le bout d'embas de la pompe, empêche qu'il n'y entre des ordures* »

On retrouve ici exactement la même définition, successivement publiée par des auteurs à quinze années d'intervalle. Seule l'orthographe employée évolue légèrement. On peut penser que le dictionnaire des *arts et des sciences* n'étant pas spécialisé dans la marine, les auteurs ont pu reprendre des définitions déjà existantes pour plus de facilité et de sécurité. En ce qui concerne les dictionnaires de marine de Desroches et d'Aubin, il s'agit d'une reprise identique : Desroches était un officier de la marine royale alors qu'Aubin ne l'était pas. Ce pasteur a donc repris les définitions d'ouvrages faisant référence pour écrire son dictionnaire en 1702[48]. Il est donc toujours important de comprendre les personnages ayant rédigé les ouvrages avant de procéder à des quelconques comparaisons, le contexte propre des auteurs influe largement sur le style de rédaction mais aussi sur le propos émis. Toutefois, il faut rappeler que certains ouvrages n'ont pas été rédigés par un auteur unique, mais résulte d'un travail collectif. Cependant, l'orientation générale de travail est tout de même donnée par l'auteur principal, ou le commanditaire. Il nous a donc paru opportun de rassembler les informations biographiques des auteurs ayant servi à la création du dictionnaire historique mis en œuvre dans le cadre de cette thèse dans le tableau ci-dessous (TABLEAU 2).

Nom auteur	Dates	Ouvrage	Publication	Fonctions
Georges FOURNIER	30/08/1595 – 13/06/1652	*Hydrographie contenant la théorie et la pratique de toutes les parties de la navigation*	1643	Prêtre jésuite et professeur (géographie/hydrographie/maths) puis aumônier marine royale
Nicolas DESROCHES	16 ?? – 16 ??	*Dictionnaire des termes propres de Marine*	1687	Officier des vaisseaux du Roi : lieutenant puis capitaine
Nicolas AUBIN	1655 – 17 ??	*Dictionnaire de Marine contenant les termes de la navigation et de l'architecture navale*	1702	Pasteur et écrivain français

[48] Il a repris notamment un grand nombre d'auteurs hollandais tels que Witsen et Van Yke par exemple, ce qui a pu contribuer à produire des définitions différentes d'auteurs français contemporains.

Alexandre SAVERIEN	16/07/1720 – 03/05/1805	*Dictionnaire historique, théorique et pratique de Marine*	1758	Garde étendard marine royale de guerre puis brevet ingénieur de marine, professeur
BOURDE DE VILLEHUET	1732 - 1789	*Manuel des Marins ou Explication des Termes de Marine*	1773	Carrière dans la Compagnie des Indes, famille officiers de marine. Membre académie Royale des Sciences en 1765
DIDEROT et D'ALEMBERT (pilote l'édition)	1713 – 1784 et 1717 - 1783	*Encyclopédie*	1777	Philosophes, savants et écrivains mais 1500 contributeurs !
Honoré PANCKOUKE (pilote l'édition)	1733 - 1816	*Encyclopédie méthodique. Marine*	1786	Fils de marchands, navigue comme volontaire puis engagé puis disgrâce. Membre académie Royale de Marine en 1785. Nombreux contributeurs.
Nicolas Charles ROMME	08/12/1745 – 14/03/1805	*Dictionnaire de la Marine françoise*	1792	Géomètre français, professeur de navigation. Membre académie Royale des Sciences en 1778
Jean-Baptiste WILLAUMEZ	07/08/1761 – 17/05/1845	*Dictionnaire de Marine*	(3e éd.) 1831	Officier de marine, pilote puis lieutenant de vaisseau et enfin commandant
Jules LECOMTE	1810 - 1864	*Dictionnaire Pittoresque de Marine*	1835	Romancier, journaliste, auteur dramatique
Alexandre MONTFERRIER	1792 - 1863	*Dictionnaire universel et raisonné de Marine*	1841	Mathématicien et publiciste
François-Frédéric LEMETHEYER		*Dictionnaire moderne des termes de marine et de la navigation à vapeur*	1843	
Augustin JAL	12/04/1795 - 1873	*Glossaire nautique*	1848	Ecrivain, archiviste et historien. Elève officier dans la marine mais ne navigue pas. Section historique de la marine en 1831
Charles Marchal dit DE BUSSY	1822 - 1870	*Dictionnaire universel de Marine à l'usage des marins*	1862	Littérateur et journaliste
Robert GRUSS	1907 - ????	*Dictionnaire de Marine*	1978 (5e ed.)	

Jospeh BONNEFOUX	22/04/1782 – 14/12/1855	*Dictionnaire de la Marine à Voiles*	1987	Marin et lexicographe. Navigue et monte en grade.
SOE, DUPONT et ROUSSINO	18 ?? – 19 ??	*Dictionnaire de Marine*	1990 (2e ed.)	
Jean MERRIEN	03/06/1905 – 07/06/1972	*Dictionnaire de la Mer*	2001 (réed.)	Navigateur et écrivain, spécialiste de l'histoire maritime. Service militaire dans la marine et pêcheur

Tableau 2 : Récapitulatif des biographies de chaque auteur ayant rédigé l'un des ouvrages recensé dans le dictionnaire historique présenté en volume II

On note que la majorité de ces auteurs a navigué et qu'ils sont donc parfaitement à même de fournir des explications précises des objets en usage dans la marine et de la manière de s'en servir. On peut penser que d'autres, moins au fait des choses de la marine, ont repris certaines définitions consignées par les premiers. Du même coup ces reprises, ne correspondent pas forcément à des persistances réelles de ces caractéristiques sur les objets employés par les marins de l'époque. Toutefois, la juxtaposition des définitions et leur compilation autorise des comparaisons chronologiques et peut permettre de mettre en lumière des évolutions ou des constances morphologiques, qu'on pourra ensuite comparer à la réalité pratique observée sur le mobilier archéologique. Enfin, cette démarche permet de constater d'éventuelles évolutions au niveau des termes employés pour décrire un même artefact.

Mais l'établissement d'un tel dictionnaire historique est, outre les informations directement liées à la terminologie, aussi primordial pour enfin pouvoir comparer la réalité archéologique aux directives théoriques fournies par les penseurs, savants et dirigeants de l'époque, qui n'avaient pas à gérer les difficultés économiques et techniques rencontrées par les marins lors des navigations. Des choix pratiques ont nécessairement dû être faits, soit directement dans les ports, et arsenaux, soit à bord par les capitaines eux-mêmes ou les artisans du bord comme les calfats par exemple. De plus, il n'était pas rare qu'il se passe un long délai entre la rédaction et la publication d'un ouvrage officiel, ce qui pouvait provoquer une inadéquation entre les directives théoriques et les nouveautés techniques ou les habitudes de la marine du moment. C'est donc bien le croisement des deux types de source (écrites et archéologiques) qui peut mettre en évidence ces nuances de la réalité quotidienne de la marine de l'époque.
Enfin, il faut signaler que la quasi totalité des entrées de ce dictionnaire a été traduite en anglais afin de permettre, par la suite, un dépouillement plus rapide des sources anglaises, qui devraient apporter énormément d'informations à ce sujet de recherche puisque la majorité du plomb utilisé en France provenait d'Angleterre. Cependant, cette recherche n'a pas pu être mise en œuvre dans le temps imparti de cette thèse.

Une fois ce dictionnaire historique réalisé, il a été possible de voir si des termes manquaient pour décrire correctement l'ensemble des différentes parties du mobilier

inventorié. La nécessité de réaliser des descriptions très précises est particulièrement importante dans ce travail, car à l'heure actuelle, la terminologie liée au plomb n'est pas homogénéisée au sein de la communauté scientifique internationale. Or, une normalisation est absolument indispensable pour pouvoir comparer les objets entre eux. Nous donnerons un exemple, celui de lingots de plomb, très différents morphologiquement (FIGURE 17), mais tous deux nommés « boat-shaped », soit en forme de bateaux, par les archéologues qui les ont publiés : lingots découverts sur l'épave du *Gran Grifon*, coulé en 1588 en Ecosse[49] et ceux trouvés sur l'épave de *Poompuha*r, coulée au XVIIIe siècle en Inde[50].

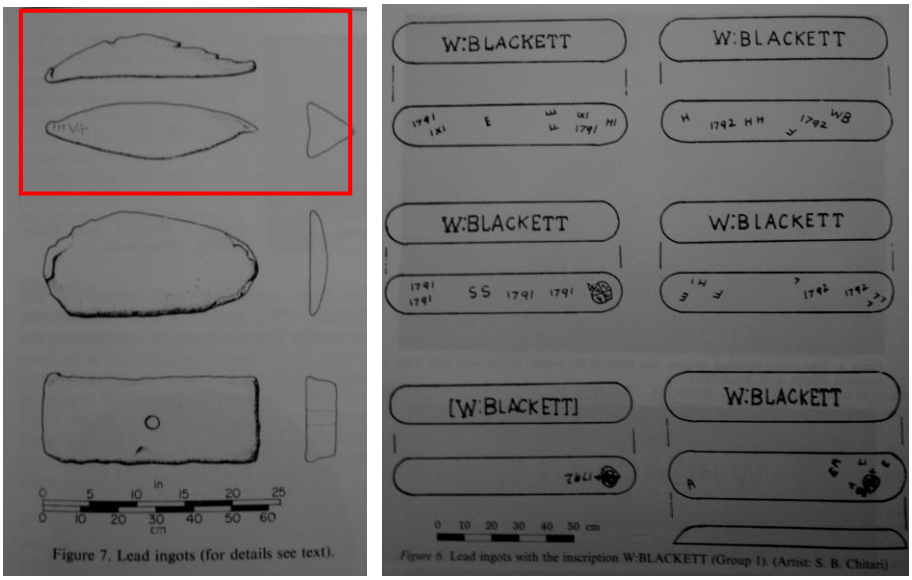


Figure 17 : Lingots décrits en tant que « boat-shaped », de gauche à droite : lingot encadré en rouge sur l'épave du *Gran Grifon*, et groupe 1 de l'épave de *Poompuha*r (Martin, 1972, fig. 7, p. 67 et Gaur *et al.*, 1997, fig. 6, p. 122)

Les premiers sont en réalité assez larges et de section triangulaire, alors que les seconds sont de forme parallélépipédique, aux extrémités et aux sections semi-circulaires. Leur morphologie ne pourrait donc être plus éloignée, mais l'appellation « boat-shaped » a été employée par ces deux équipes de chercheurs. Le constat était donc sans appel sur la nécessité de définir une grille d'inventaire et une terminologie parfaitement précise, pour que ces outils puissent ensuite être repris dans toutes les recherches et publications portant sur du plomb.

L'étape de la définition de termes adaptés aux descriptions du mobilier en plomb a donc été cruciale pour cette recherche. Les termes suivants ont été nouvellement créés pour répondre à une lacune existante : « collerette de fixation », « tête aplatie », « demi-coque » ou encore « plat-bord ». Ils seront explicités et définis plus tard, lors des descriptions du mobilier concerné.

[49] MARTIN 1972, p. 67.
[50] GAUR *et al.* 1997, p. 122.

1.3.3. Analyses physico-chimiques et métallographie

Lorsque l'on étudie du mobilier métallique, il est indispensable de comprendre l'ensemble de la chaine opératoire métallurgique mise en œuvre pour pouvoir restituer les gestes techniques des ouvriers de l'époque et l'origine du matériau employé. En effet, il est important de comprendre la totalité de la vie d'un objet archéologique, depuis sa mise en forme jusqu'à son rejet ou sa perte. Le chercheur Michael Brian Schiffer en 1995[51] définit cinq étapes dans la vie d'un objet : procuration de la matière première / mise en forme de l'objet / utilisation / réparation ou réemploi / abandon, déchet. Il n'est pas rare que la fin de la vie d'un objet et son dépôt en contexte archéologique ne se superposent[52].

Afin de retracer la mise en forme du plomb pour la marine, la seule étude visuelle du mobilier en plomb ne suffit pas, d'autant que sa malléabilité peut permettre l'apparition de traces lors de la perte de l'objet et non lors de sa mise en forme ou de son emploi. Il est donc nécessaire d'avoir recours aux sciences techniques et notamment à certaines analyses physico-chimiques pour caractériser plus précisément le plomb employé dans les artefacts étudiés. Ainsi, en analysant les composants chimiques constituant le minerai archéologique, il est possible de distinguer des groupes aux mêmes « signatures » métallurgiques, mais aussi d'avancer des hypothèses quant à leur provenance possible. En effet, chaque région terrestre possède un sol et un minerai ayant une composition qui lui est propre ; cette « signature » minérale, résultant de son histoire géologique. Les analyses ayant été mises en œuvre au cours de cette recherche sont de deux types : élémentaires et isotopiques et elles ont été sélectionnées après de longues enquêtes bibliographiques. Il fallait en effet recenser les études ayant déjà été faites sur du plomb, notamment pour la période moderne, et analyser les apports et les contraintes de chacune d'entre elles avant de définir le protocole d'étude à mettre en place ici : le coût engendré, la faisabilité et la reproductibilité des différents types d'analyse, leur précision, les résultats escomptés. Des échanges avec des archéologues et des géologues ont permis d'affiner les choix d'analyses possibles et de les restreindre aux deux précédemment citées. La méthodologie mise en place et les résultats obtenus par ces analyses seront présentés plus loin dans ce texte (cf 3.3).

Les recherches menées dans la bibliographie scientifique ont également permis de réfléchir aux artefacts à sélectionner pour ces analyses. En effet, il ne faut employer que des éléments pour lesquels les informations sont le plus rapidement exploitables et le moins biaisées par les réemplois multiples et mélanges du plomb. C'est pourquoi le choix s'est porté sur des lingots et non du mobilier manufacturé, pour tenter d'analyser le plomb le plus brut possible.
La réalisation de ces analyses et leur exploitation scientifique a représenté une très grande part du travail mené au cours de cette thèse mais il est apparu indispensable d'y consacrer ce temps. En effet, les études de ce type sont encore trop peu nombreuses à être mises en place

[51] SCHIFFER 1995.
[52] Une influence humaine (abandon, enfouissement, perte, pillage d'un site, etc…) ou non humaine (environnement, chimie, biologie) peut se produire lors du dépôt de l'objet ou de la suite de sa vie une fois dans ce dépôt.

en archéologie en France, or, elles se révèlent pleines de promesses et ouvrent de nouvelles problématiques de recherche. De plus, elles ne pourront qu'être de plus en plus précises et réalisables à grande échelle avec l'amélioration continuelle des techniques d'analyse et des appareils de mesure dans les années à venir.

Une étude archéométallurgique, soit une observation au microscope des surfaces du mobilier en plomb, aurait également pu être intéressante pour distinguer les modes de mises en forme des artefacts (doublage, martelage, laminage, types de moules employés…) mais elle n'a pu être mise en place lors de cette thèse, faute de temps, de moyens financiers et par soucis de ne prélever qu'un minimum de matière sur le mobilier archéologique (FIGURE 18).

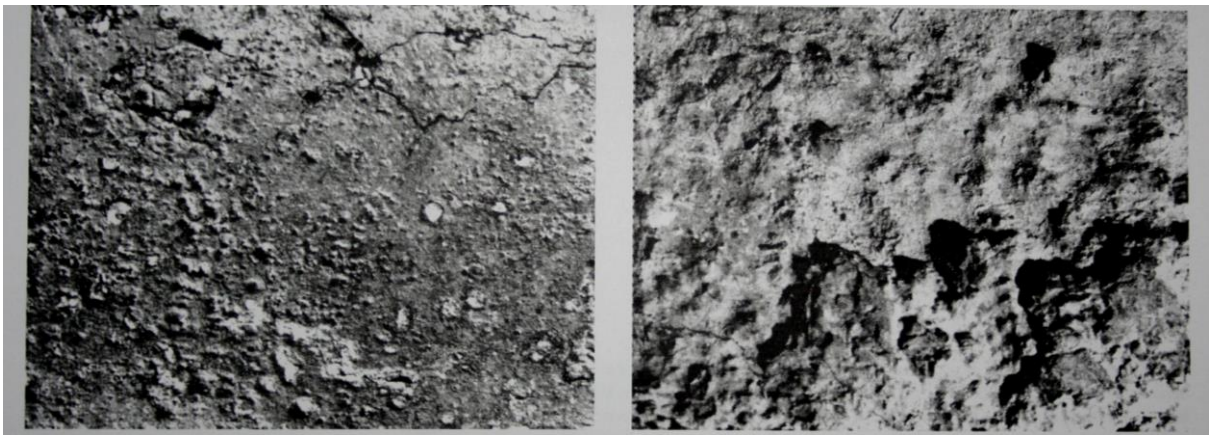


Figure 18 : Etude comparative de la surface d'un sarcophage antique en plomb, découvert sur le site de la Route de l'Ile à Vienne. La surface inférieure au contact du moule en sable est plus lisse à gauche et la surface supérieure au contact de l'air est plus granuleuse à droite, échelle 1,36 (Cochet, 2000, fig. 2 et 3, p. 9)

Chaque interface en contact avec le plomb lors de son séchage : moule métallique, en sable, en pierre, de l'air, etc., provoque en effet des cristallisations du minerai de plomb très différentes visuellement les unes des autres, parfaitement identifiables par l'observation de la surface du mobilier à une échelle très réduite. Il peut donc s'agir d'un bon moyen pour comprendre les modes de fabrication de certains artefacts en plomb. Cette méthode est moins chère que la réalisation d'analyses physico-chimiques, plus longues et plus complexes à mettre en œuvre, mais elle n'apporte pas les mêmes informations, notamment concernant la composition même du métal employé. Il s'agit donc là d'un outil supplémentaire qui pourrait être particulièrement intéressant à employer pour des analyses futures de corpus d'objets en plomb provenant des mêmes sites et relevant des mêmes typologies afin de comparer leur mode de mise en œuvre. Ainsi, même si cette technique d'analyse n'a pas été mise en place au cours de cette recherche, nous évoquerons plus loin (cf 3.1.2) ses modalités pratiques ainsi que les résultats pouvant en être escomptées d'après les recherches bibliographiques afin de préparer les bases d'une future étude.

1.3.4. Histoire et archéologie des techniques

L'apport des sciences physiques n'est à lui seul, pas suffisant pour restituer les gestes techniques des plombiers de l'époque étudiée (coulage, laminage, soudure du plomb, etc.). C'est pourquoi, il est nécessaire d'avoir recours à deux autres types de sources combinées pour aborder d'une manière globale la question de l'histoire des techniques. Il s'agit, en premier lieu, de la lecture des traités portant sur ce sujet. Ils sont assez rares, mais leurs informations en sont d'autant plus précieuses. La totalité de ces ouvrages datent des XVIIIe et XIXe siècles. L'unique exception est le traité d'Agricola de la fin du XVIe siècle mais celui-ci n'aborde pas uniquement le travail du plomb. Ces traités détaillent assez précisément les étapes de la mise en forme du plomb et présentent même des planches illustratives de ces gestes techniques, ce qui se révèle indispensable pour bien comprendre les textes descriptifs les accompagnants. Cependant, ces traités n'abordent que des plombiers « terrestres » et n'évoquent jamais les conditions de travail des plombiers de la marine. Il faut donc partir de l'hypothèse que les objets en plomb créés pour l'usage terrestre ressemblent suffisamment à ceux en usage dans la marine pour que ces techniques puissent être extrapolées aux plombiers « de la mer ». Dans un second temps, l'étude de l'histoire technique des plombiers s'est faite grâce à une approche ethnologique puisqu'il est apparu que des plombiers travaillent encore aujourd'hui comme leurs prédécesseurs du XVIIIe siècle. Ainsi, des ouvriers d'une usine anglaise[53] coulent encore les tables de plomb de la manière décrite dans les traités du XVIIIe siècle, et les Plombiers-Fontainiers employés au Château de Versailles perpétuent également ces savoir-faire techniques. Le détail de ces étapes de travail du plomb, ainsi qu'une réflexion plus large sur les spécificités et le rôle du plombier dans la marine seront exposés au sein de chapitres dédiés (cf 2.2. et 2.3.)

1.3.5. Approche spatiale

Une approche géographique a également été entreprise afin de tenter de restituer des zones d'approvisionnement en minerai (par le biais des analyses physico-chimiques) mais aussi les routes de transport du plomb brut et semi-manufacturé au niveau européen et mondial. De plus, cette réflexion peut permettre, par le biais de la répartition spatiale des artefacts en plomb et de leurs épaves associées, de mettre en évidence de potentielles zones de fortes fréquentations maritimes, de mouillages et de naufrages.
Dans le cadre de cette recherche, plusieurs hypothèses de travail ont été évoquées et l'emploi d'un SIG devait permettre d'essayer d'y répondre. En tout premier lieu, il s'agissait de pouvoir créer des cartes précises de la répartition chronologique et typologique des vestiges et de constater, ou non, des évolutions chronologiques. Ces zones de concentration des vestiges

[53] L'usine se nomme Norman and Underwood et se trouve en Angleterre. Sur leur site web il est possible de lire une vidéo présentant une table de plomb en train d'être coulée sur un moule en sable : http://www.nandu.co.uk/about-us/lead-casting/

peuvent en effet, avec de grandes réserves, coïncider avec les routes de navigation et les zones de relâche fréquentées à chacune des périodes historiques. Avec les mêmes précautions, il paraissait intéressant de voir si la répartition du plomb brut associé à des épaves, pouvait révéler des routes commerciales destinées à transporter le plomb par voie maritime.
Plusieurs limites viennent pondérer l'intérêt de cette démarche. En premier lieu, le mobilier découvert est issu pour l'essentiel d'eaux relativement peu profondes (0 – 30 m pour l'essentiel), lesquelles sont les plus fréquentées par les plongeurs et pêcheurs, auteurs de la plupart des déclarations de découvertes de biens culturels maritimes en France. Ainsi, la répartition des vestiges archéologiques ne peut être le témoin fidèle de la réalité historique des routes maritimes en usage dans le passé. Certaines zones profondes demeurent à ce jour mal connues archéologiquement. Cependant, il parait néanmoins raisonnable d'envisager que ces concentrations de mobilier sont tout de même révélatrices de forte fréquentation maritime, puisque ces zones moins profondes sont également, de fait, celles qui longent les côtes et qui étaient le plus fréquentées aux époques anciennes, tant par le cabotage que par la navigation à vue. Afin d'approfondir encore l'étude de ces concentrations d'épaves, un critère supplémentaire a été intégré à la base de données. Il s'agit de la cause du naufrage, si tant est qu'elle soit connue. Cinq grandes catégories ont ainsi été créées : Erreur de navigation, Tempête (regroupant l'ensemble des conditions météorologiques et environnementales), Combat, Incendie ou Indéterminée, et ce, afin de pouvoir ensuite procéder à des tris visuels et observer par période ou par zone, si des causes de naufrages apparaissent de manière préférentielle.
Il faut toutefois garder en tête que certains artefacts, tels les plombs de sonde notamment, peuvent avoir été perdus en navigation lors des manœuvres ou lors de tempêtes ; la répartition des découvertes isolées doit donc être considérée avec beaucoup de précautions. Une autre limite importante à prendre en compte lorsqu'il s'agit des données issues de sites sous-marins, est induite par la conservation différentielle des matériaux. En effet, sous l'action des sels marins, un certain nombre de matériaux ne résistent pas longtemps une fois immergés, c'est le cas des matériaux organiques ou de certains métaux comme le fer par exemple. Mais, heureusement pour cette recherche, le plomb résiste particulièrement bien à l'eau de mer en formant une couche protectrice, stable dans le temps. De plus, étant un matériau plutôt lourd et dense, le mobilier en plomb résiste généralement assez bien aux courants et tempêtes et reste sur la zone initiale du naufrage du navire, sauf récupération humaine ultérieure.

Dans le cadre de cette étude, 69 entités ont été enregistrées sur le littoral français, dont 53 sites d'épave et 16 artefacts isolés. 37 sites étrangers ont également été intégrés afin d'être visualisables sur une carte mondiale[54]. Ces derniers se révèlent cependant beaucoup moins intéressants scientifiquement car l'inventaire de mobilier en plomb n'a pas été réalisée de manière systématique de par le monde comme en France pour la période étudiée (XVIe-XIXe siècles). Aussi ce n'est que suivant l'importance du mobilier en plomb mis au jour et surtout

[54] Cela représente donc au total 106 entités et non les 112 sites ayant livré du mobilier en plomb inventorié ici. La différence s'explique par le fait que certains sites archéologiques n'ont pu être positionnés suffisamment précisément pour pouvoir être intégrés à ce SIG.

grâce à l'existence de publications que ces vestiges ont été intégrés à cette recherche. Nombre de ces artefacts étrangers viennent pourtant témoigner du passage de navires français à l'autre bout du monde, rendre compte des échanges internationaux de plomb, notamment à partir de la fin du XVIIIe siècle, illustrer l'acheminement de matière premières dans les colonies orientales ou plus tardivement l'importation de plomb des Amériques. Ces aspects internationaux du sujet seront évoqués au fil du texte de ce volume.

Il faut enfin ajouter que même si le mobilier issu du littoral français a été inventorié de la manière la plus exhaustive possible, cet enregistrement est en réalité dépendant des déclarations et des découvertes faites par les plongeurs et les pêcheurs français. Ainsi, on ne peut pas dire aujourd'hui que pour une période donnée, la visualisation des vestiges enregistrés sur ce SIG soit le reflet parfait de la répartition réelle du mobilier *in situ*.
Les résultats obtenus grâce au SIG seront détaillées plus loin au sein du chapitre 3.4. sur l'apport des diverses études menées sur les données archéologiques.

1.3.6. Histoire économique du plomb

Enfin, une approche économique a été tentée afin de comprendre et de mettre en lumière la réalité économique entourant le commerce et l'utilisation du plomb à cette époque. Cependant, la seule utilisation des sources documentaires se révèle insuffisante car cet élément du quotidien n'est quasiment jamais mentionné dans les données économiques écrites. Or, la réalité semble toute autre lorsque l'on fait le bilan des quantités impressionnantes de plomb retrouvées archéologiquement ou celles mentionnées dans les inventaires des arsenaux ou encore au sein de certaines correspondances (prises de guerre, ventes, commandes…). Cette question économique sera donc traitée à part entière dans un chapitre spécifique (cf 2.1.), car cette réalité presque ignorée par la documentation historique ne peut être révélée et étudiée dans son ampleur que grâce à cette étude archéologique.

--- Partie 2 ---

Le plomb dans la marine, d'après les sources documentaires

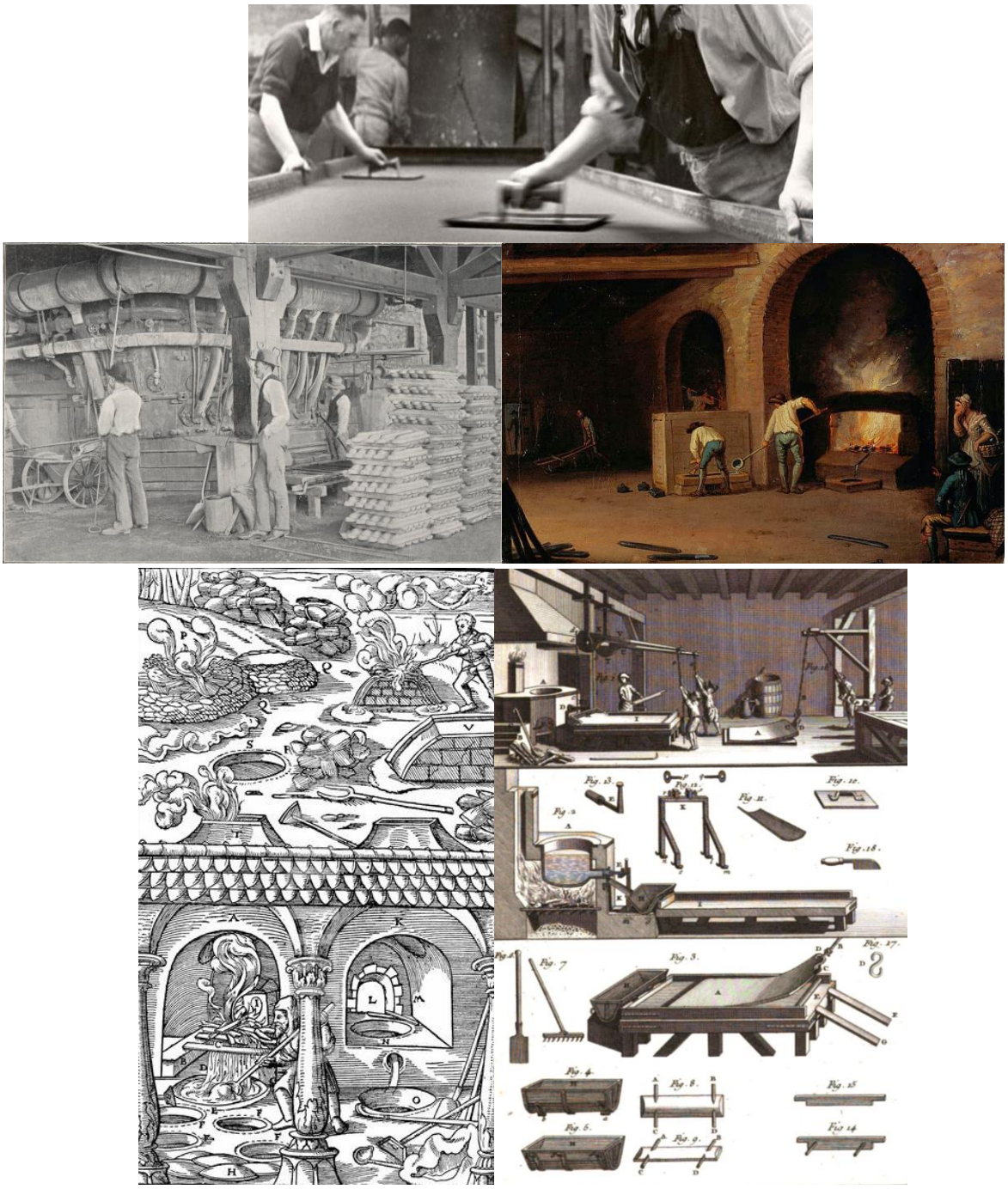


Figure 19 : Mosaïque de gestes techniques de travail du plomb à diverses époques. De gauche à droite et de haut en bas : photo du passage du râble sur une feuille de plomb coulée sur sable / coulée en série de saumons de plomb au XIXe siècle / tableau de David Allan de la coulée d'un saumon de plomb, 1780 / planche issue du traité *De Re Metallica* illustrant la coulée de galettes et de saumons de plomb, 1556/ planche de l'ouvrage *Description des Arts et Métiers* du travail d'une feuille de plomb dans un laminoir (photo site internet usine Norman and Underwood / Colins, 1910, page de garde / peinture David Allan 1780 / Agricola, 1556, livre 9, p. 125 / Bertrand, 1781, planche III)

2. Le plomb : de son extraction à sa mise en forme pour la marine

Comme cela a déjà été présenté dans les chapitres précédents, le plomb est, par ses caractéristiques intrinsèques, l'un des matériaux les plus adaptés au monde maritime. Ainsi, c'est donc par d'importantes quantités que le plomb était embarqué ou employé à la construction de la marine en bois de la période moderne et ces volumes se retrouvent dans les collections archéologiques mises au jour.
Sans même prendre en compte des saumons de plomb pouvant servir de lest aux navires, le reste du mobilier présent à bord pouvait représenter des masses non négligeables, indirectement utiles afin d'améliorer la stabilité du navire. Ces masses étaient principalement constituées par le plomb employé pour la construction même du navire (conduits ou doublage de la coque) mais d'autres équipements pouvaient eux aussi s'avérer particulièrement pesants. Nous pouvons citer à titre d'exemple les balles de plomb, minuscules éléments mais embarquées par milliers, ou encore les lots de plombs de sonde pouvant être très lourds pour les grandes profondeurs.

Afin de se représenter le volume de ce métal dans l'armement d'un navire, deux types de données complémentaires sont exploitables.
La première est la plus précise et la plus exhaustive. Il s'agit des listes d'armement et de désarmement des navires. Celles-ci sont dressées au départ et au retour au port et doivent permettre aux armateurs privés ou aux intendants royaux de suivre les dépenses engendrées par l'armement de leurs navires. Ces documents, méticuleusement, présentent une image assez réaliste des quantités de chaque équipement et matériau chargées à bord. Lorsqu'il a été possible, au cours du dépouillement des centres d'archives, de trouver ces listes d'armement complètes, elles ont systématiquement été dépouillées afin de recenser les quantités de plomb embarqué mais aussi la nomenclature employée et les usages auxquels il était destiné. En effet, ces listes sont classées selon les grandes rubriques comme pour les ancres, voiles ou cordages, mais aussi suivant le maître en charge à bord de leur emploi et de leur contrôle : calfat, chirurgien, pilote, canonnier, charpentier, aumônier, etc… (FIGURE 20).

Figure 20 : Inventaire du désarmement du vaisseau la *Paix* à son retour de Moka, 1713 (AD 35, 9B-249)

A titre d'exemple, Jean Boudriot dans son ouvrage *Le vaisseau de 74 canons*, comptabilise les éléments en plomb suivant pour l'armement d'un vaisseau royal de 74 canons[55] :

- 4 boites de plomb
- 5 plombs de sonde
- 350 livres de plomb en table
- 35 livres de clous à plomb
- 28 platines pour canon de 36
- 30 platines pour canon de 18
- 16 platines pour canon de 8
- 6 platines pour canon de 1
- 150 livres de plomb en table pour couvre-lumière
- 680 livres de balles de plomb

Cet équipement représente plus de 1000 livres, sans compter les éléments mentionnés à l'unité, soit près de 595 kilogrammes. Toutefois, il faut nuancer l'importance de ces masses, au regard de celles représentées par les navires eux-mêmes.

Le mobilier en plomb se trouve réparti entre divers postes à bord dont le calfatage, le maître d'armes, le canonnier ou encore le pilote pour ne citer qu'eux. Il faut toutefois avoir réalisé au préalable un inventaire précis de la nomenclature utilisée historiquement pour décrire ce mobilier en plomb, afin d'être en mesure de la repérer au sein de ces listes.
La seule limite à l'exploitation de tels documents est que le plomb employé dans la construction du navire lui-même n'apparait pas. Cependant, cette information peut être retrouvée par l'analyse des sites archéologiques eux-mêmes, comme nous le verrons plus loin, mais aussi par le dépouillement de devis de construction de navire, parfois suffisamment détaillés pour faire y mentionner ce type d'artefacts. Malheureusement de tels documents n'ont pu être retrouvés au cours de cette thèse ; il serait donc important de poursuivre cette piste de recherche par la suite.

Une liste théorique du plomb embarqué à bord recueillie à partir des sources documentaires sera présentée poste par poste, plus loin dans ce texte (cf 2.4.), afin d'être ensuite comparée à la réalité pratique du mobilier retrouvé archéologiquement (cf partie 4). Ce mobilier constitue la deuxième source d'information sur les quantités et catégories de plomb embarquées sur les navires de la période étudiée ici (XVIe – XIXe siècles).

Au vue de l'importance de ce métal dans la marine, pourtant si peu mentionné dans les documents officiels, il semblait primordial pour débuter cette recherche de le repositionner dans un contexte plus large que le seul navire. Cette contextualisation implique de comprendre la « vie » du plomb, depuis son extraction du sol de la mine, jusqu'à son arrivée sous une forme plus ou moins brute à bord des navires. Il a donc fallu étudier l'ensemble de la

[55] BOUDRIOT 1977

chaine opératoire technique du plomb, mais aussi les modalités de son commerce ou encore les modes de transport assurant sa circulation.

La place du plomb dans les échanges internationaux pourrait sembler à certains hors de propos par rapport au sujet d'étude de cette thèse, et il est vrai qu'il serait illusoire d'essayer de quantifier et de retracer la totalité du contexte commercial de toute l'époque moderne étudiée ici. Cependant, il nous a paru toutefois nécessaire de replacer le plomb dans un contexte d'exploitation plus large, d'autant plus qu'au cours de cette recherche, l'étude des archives des arsenaux et les quantités de mobiliers présents dans les musées ont clairement montré l'importance des volumes de plomb échangés aux époques anciennes. Cette réalité de terrain est pourtant quasiment absente des traités commerciaux officiels. Il s'agit donc ici d'essayer de mettre en lumière la part réelle représentée par ces échanges de plomb dans l'économie de cette période.

La restitution de toutes les étapes et acteurs permettant la production du plomb est essentielle à cette étude afin d'appréhender l'économie du plomb dans son ensemble, mais aussi pour tenter de mettre en évidence des gestes techniques et des transferts de savoir-faire, ou encore, de suivre des évolutions technologiques ayant pu entrainer des modifications quantitatives et morphologiques sur le plomb produit. C'est bien l'histoire technique du plomb qu'il s'agit ici de retracer de la manière la plus complète possible.

➔ Historiographie et définitions autour du travail technique du plomb

Si de nos jours encore peu d'historiens et d'archéologues travaillent spécifiquement à l'étude technique du plomb, un certain nombre d'ouvrages plus généralistes existent. Ceux-ci présentent les méthodes d'analyse à mettre en place lors de l'étude de procédés techniques, notamment métallurgiques, et réfléchissent à la nomenclature à employer et aux liens à repérer et à analyser.

Ainsi, d'après divers auteurs spécialisés dans cette discipline, plusieurs niveaux techniques seront donc à envisager lors de cette étude et à relier les uns aux autres. Il s'agit tout d'abord du système technique[56] c'est-à-dire le procédé et/ou l'outil servant à la réalisation d'une action bien particulière, puis l'ensemble technique[57] intégrant parfois jusqu'à plusieurs systèmes techniques et des éléments connexes, comme les matériaux, le combustible, etc., pour aboutir à la production d'un produit pouvant être intermédiaire, et enfin, la vision globale du travail du plomb qu'on peut nommer complexe technique. Ces différents niveaux interagissent entre eux et sont ici dépendants les uns des autres. Il faut donc aborder cette étude par une vision dynamique et non statique.

[56] GILLE 1978, p. 10 : « *Au stade le plus élémentaire et même pour les techniques les plus primitives, il y a une combinaison technique, ce que, dans les techniques plus complexes, on pourra appeler un système technique* ».
[57] GILLE 1978, p. 15 : « *La seconde notion que nous voudrions établir est celle d'ensemble technique. […] Il est des techniques complexes qui nécessitent non pas ce que l'on pourrait appeler une technique unitaire mais des techniques affluentes dont l'ensemble, dont la combinaison, concourt à un acte technique bien défini* ».

L'historien des techniques, Bertrand Gille, dans son ouvrage intitulé *Histoire des techniques* précise le concept des complexes techniques par les termes suivants : « *constituent des vues d'ensembles techniques destinés à fournir le produit désiré, dont la fabrication se fait, très souvent, en plusieurs étapes successives »*[58]. La production du mobilier en plomb peut donc tout à fait être assimilée à un complexe technique puisqu'il s'agit en réalité de différents processus successifs ou simultanés, également appelés ensembles techniques, qui permettent d'obtenir le produit fini désiré : l'extraction et la préparation du minerai, l'emploi de divers fours, combustibles et outils pour la fonte du plomb, et enfin l'emploi et la mise en œuvre d'autres outils et savoir-faire pour la manufacture de pièces spécialisées.

Cependant, lors de cette réflexion technique, nous avons tenté de ne pas isoler la technique pure des artisans la mettant en œuvre. Ainsi, la question du transfert des savoirs, via des traités ou par les ouvriers eux-mêmes a été envisagée et sera présentée plus loin, d'autant qu'à l'heure actuelle, très peu de traités sont connus pour le travail du plomb, notamment sur des périodes anciennes comme le XVe ou le XVIe siècle.

Enfin, des réflexions ont été menées sur l'existence de spécificités liées au travail des plombiers « de la mer » (cf 2.3.3. à 2.3.5.). Sont-elles réelles ou non et si oui, sous quelles formes se traduisent-elles archéologiquement et historiquement ? Ces problématiques ont aussi été étendues aux différences pouvant exister entre les armements en plomb de la marine royale et de la marine privée.

2.1. Extraction du minerai

Afin d'être en mesure de comprendre, dans son ensemble, la mise en œuvre du plomb pour la marine, il est nécessaire de retracer son complexe technique, depuis son extraction du sol, en passant par sa commercialisation et enfin sa mise en forme finale par les plombiers.
Il est particulièrement important de s'attarder sur les étapes initiales du travail du plomb, car de la nature même du minerai extrait, découlent les procédés choisis pour le travailler ainsi que les modalités de sa commercialisation : sa forme, son prix, les volumes échangés, etc…
De plus, la compréhension de cette chaine opératoire devrait permettre, de mieux appréhender les acteurs engagés dans ce travail, ainsi que les enjeux économiques qui l'entourent.
Enfin, ce n'est que par l'analyse fine des processus chimiques et mécaniques à l'œuvre lors des différentes étapes du travail du plomb qu'il sera possible de comprendre les artefacts retrouvés archéologiquement, mais aussi d'interpréter les résultats des analyses physico-chimiques menées sur certains lingots du corpus. Ces dernières seront détaillées plus loin (cf 3. 3.).

[58] GILLE 1978, p. 16.

2.1.1. Généralités

Dans son ouvrage théorique sur *Le plomb dans les arts* rédigé en 1857, Landrin précise que ce métal ne se trouve généralement pas à l'état natif dans la nature, c'est-à-dire sous une forme pure que l'on puisse extraire directement[59] et cette donnée est la même dans tous les ouvrages consultés à ce jour, quelle que soit l'époque concernée. Le minerai de plomb est donc, naturellement, associé à d'autres éléments chimiques dans les sols terrestres. On retrouve trois grands types de minerais de plomb dans le milieu naturel :

- La galène : il s'agit en réalité du sulfure de plomb, symbolisé chimiquement par la formule PbS, puisque du plomb et du soufre y sont associés[60]
- La cérusite : également nommée carbonate de plomb, $PbCO_3$, résultant de l'association du plomb et du carbone oxydé
- L'anglésite : appelée aussi scientifiquement sulfate de plomb, $PbSO_4$, qui associe le plomb et du soufre oxydé

La galène est le minerai le plus largement répandu dans la croute terrestre et par conséquent, il représente la forme la plus fréquemment utilisée par les hommes depuis les débuts de l'exploitation du plomb (FIGURE 21). Les éléments majeurs constituant la galène, soit le soufre et le plomb, ont des proportions respectives variant largement d'un gisement à un autre, mais ce minerai peut également renfermer une certaine proportion d'argent, pouvant représenter jusqu'à 1% de la composition totale. C'est cette association chimique qui est nommée dans les sources écrites « plomb argentifère » et qui a, de tous temps, particulièrement intéressé les hommes afin de pouvoir récupérer ces deux métaux simultanément.



Figure 21 : Galène de plomb (photo fr.wikipedia.org)

[59] LANDRIN 1857, p. 4.

[60] L'ensemble des symboles chimiques employés dans cette thèse sont détaillés en avertissements, page 1, au début de ce volume.

L'essentiel des informations recueillies sur les techniques de repérage et d'extraction des minerais de plomb est connu par des traités techniques datant du XVIIIe siècle ou d'études actuelles, cependant, un ouvrage mérite d'être présenté ici car il s'agit de l'unique témoignage de la métallurgie telle qu'elle pouvait exister au XVIe siècle. Il s'agit de l'un des premiers ouvrages à vocation scientifique, rédigé par Agricola en 1556, nommé *De Re Metallica,* portant sur la métallurgie en général. L'auteur ne s'attarde donc pas uniquement sur l'exploitation du plomb mais certaines généralités sur les mines notamment peuvent s'appliquer à tous les minerais. De plus, certains passages sont entièrement consacrés au travail du plomb lui-même. Ce document minutieux est donc particulièrement précieux pour nos connaissances sur le travail du plomb au XVIe siècle. Il a été rédigé en latin mais de nombreuses traductions existent à ce jour.

Nous apprenons donc, à la lecture de cet ouvrage, que « *les mines peuvent être situées de quatre façons : sur une montagne, sur une colline, dans une vallée, dans une plaine* »[61]. Ces dispositions nécessitent des stratégies d'exploitation adaptées aux contraintes de chaque terrain : « *les deux premières sont les plus favorables à l'exploitation parce qu'on peut creuser des canaux pour évacuer l'eau qui rend d'habitude les travaux laborieux ou les empêche tout à fait* »[62]. Agricola détaille ensuite les différents types de filons et de structures géologiques que les mineurs de l'époque pouvaient rencontrer.

Il précise aussi que l'exploitation de ces gisements se faisait d'abord depuis la surface, en suivant les filons qui affleurent, puis lorsqu'ils étaient épuisés, via des galeries creusées suivant l'axe des veines repérées. Ces tunnels pouvaient donc avoir un pendage plus ou moins important et le réseau ainsi créé pouvait s'étendre sur de très longues distances. Ce travail était particulièrement long, dangereux et fastidieux car à mesure de son avancée, il fallait évacuer la roche nouvellement extraite mais aussi toute l'eau qui pouvait s'infiltrer au fur et à mesure, tout cela sans que la mine ne s'écroule. A ces contraintes déjà nombreuses s'ajoutait le besoin d'un apport en oxygène constant pour les ouvriers travaillant très profondément. Celui-ci s'effectuait par le biais de nombreux conduits creusés depuis la surface.

Toujours par la lecture de ce traité, on apprend que l'extraction du minerai se faisait par l'emploi d'un pic s'il était friable, ou par une fracturation provoquée par une très forte chaleur pour détacher les minerais les plus durs. Ainsi, des feux étaient provoqués afin de casser la roche et libérer le minerai à extraire. Cette opération était extrêmement dangereuse. Des sources écrites du XVIIIe siècle[63], précisent quant à elles que l'usage de poudre pour faire exploser la roche trop dure était devenue chose courante à cette période.

Une fois le minerai cassé et extrait du mur de la mine, il fallait le remonter à la surface pour réaliser la suite de sa préparation : « *Les roches et la terre d'une part, le métal et les matières métalliques d'autre part, sont mis dans des récipients différents et emportés à l'air ou à la*

[61] AGRICOLA 1556, livre deux, p. 31.
[62] Idem.
[63] Plusieurs récits témoignent de cette pratique, notamment le manuscrit rédigé par Lavoisier en 1778 lors de sa visite aux mines de Poullaouen en Bretagne. Celui-ci sera cité d'une manière détaillée plus loin dans ce texte et sa référence bibliographique complète est fournie à la fin de ce volume.

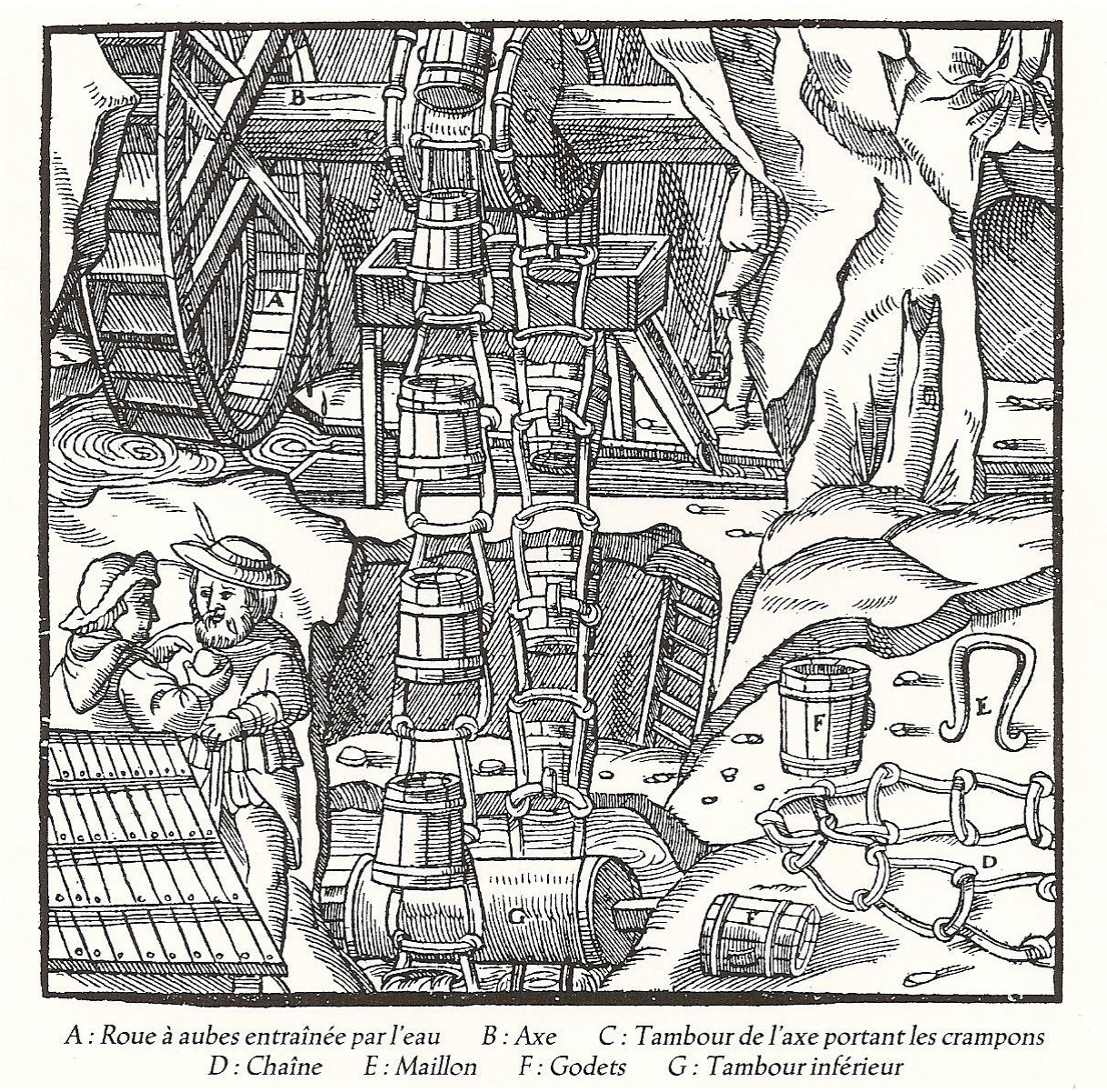
galerie la plus proche. Si le puit n'est pas profond, on emploie des treuils mûs à bras d'hommes, s'il est profond un manège à chevaux »[64] (FIGURE 22). Les récipients mentionnés ici peuvent être différents selon que l'on se situe en galerie : brouettes ou berlines, ou dans un puit : seaux.



Figure 22 : Extraction du plomb de la mine par un treuil à bras, Mississipi (Barber et Howe, 1865, p. 321)

Le principe régissant l'extraction des minerais reste inchangé au cours de la période étudiée. Cependant, une évolution des techniques mises en œuvre pour réaliser ces galeries semble toutefois se dessiner. En effet, on passe progressivement de l'utilisation de la force animale (hommes ou chevaux) à l'emploi de forces hydrauliques et/ou aériennes à partir de la fin du XVIe siècle pour pousser les charriots chargés de matériaux et remonter les seaux d'eau ou de roche et ainsi, répondre à ces nouvelles difficultés techniques (FIGURE 23).

[64] Idem, livre cinq, p. 84.



A : Roue à aubes entraînée par l'eau B : Axe C : Tambour de l'axe portant les crampons
D : Chaîne E : Maillon F : Godets G : Tambour inférieur

Figure 23 : Roue à aubes entrainée par l'eau (Agricola, 1556, livre six, p. 139)

Bertrand Gille, dans son ouvrage de 1978 précédemment cité, mentionne également cette mutation dans le monde des mines : *« L'exploitation du sous-sol connue, elle, une mutation profonde. On a toujours tendance à représenter les techniques décrites dans le célèbre traité d'Agricola comme des techniques médiévales. Elles sont au contraire, et très certainement, l'image exacte des progrès réalisés à l'époque de la Renaissance. Nous avons dit plus haut qu'à la fin du Moyen Age les mines avaient été peu à peu abandonnées et qu'une vive reprise se manifesta à partir du second quart du XVe siècle, pour aller en s'amplifiant jusqu'à la fin du siècle. Crise et reprise durent avoir des causes multiples parmi lesquelles on doit, sans aucun doute, compter la technique. Une fois épuisés les filons superficiels, l'exploitation des veines plus profondes posait des difficultés techniques compliquées à surmonter : évacuation des stériles et du minerai, exhaure de l'eau, pour ne citer que les plus importantes d'entre elles. Faute des instruments et des machines nécessaires, le travail était impossible ou très*

lent et très cher »[65]. Ces nouveautés techniques se traduisirent par de nouvelles forces motrices produites grâce à des moulins à air ou à eau afin d'une part, de remonter plus facilement des godets remplis d'eau ou de roche, et d'autre part, d'actionner des pistons et des pompes. Leur utilisation se généralise ensuite rapidement à partir du XVIIe siècle, tant la productivité des exploitations minières en est augmentée.

Dans le compte rendu qu'il fait à l'Académie Royale des Sciences de sa visite des mines de plomb bretonnes de Poullaouen et Huegoat, Lavoisier, le 10 juin 1778, témoigne avec une grande précision de l'emploi de ces nombreux équipements facilitant le travail des hommes. Il s'agit de machines servant à épuiser l'eau qui ruisselle dans ces mines devenues très profondes : « *Les mines de Poullawen et d'Huelgoat ayant chacune environ 500 pieds de profondeur […] l'eau y ruisselle de toutes parts, et ce n'est qu'à force de machines qu'on parvient à l'épuiser. […] Les machines hydrauliques qui servent à les eaux du fond des travaux jusqu'à la surface de la terre* »[66]. Ce document précise également la forme de ces machines hydrauliques : *« les roues sont à augets, elles ont 30 à 35 pieds de diamètre* ». Ensuite, on trouve la mention de l'utilisation de poudre pour aider à fracturer la roche et à extraire le minerai. Il ne s'agit pas là d'une machine à proprement parler mais bien d'une invention militaire, dont l'usage a été détourné pour aider les mineurs. Lavoisier évoque également la présence de machines mues par des chevaux pour réaliser l'opération de remontée des seaux pleins du minerai de plomb : « *il est ensuite monté dans de grands seaux ou bassicots par le moyen d'une machine mue par des chevaux* ». Enfin, il mentionne la présence d'un chariot entrainé par une machine à eau pour remonter les seaux jusqu'à l'atelier de lavage, mais aussi l'emploi de bocards, sorte de lourds pistons métalliques utilisés pour écraser le minerai, mis en œuvre encore une fois par la force hydraulique.

Il semble donc exister, dès la fin du XVIIIe siècle, un large éventail de machines exploitant la force hydraulique, aérienne ou animale pour appuyer le travail des mineurs. Une réelle mécanisation d'une partie du travail à la mine a donc été réalisée au cours des XVIIe et XVIIIe siècles, mélangeant toutefois différentes sources d'énergie suivant leurs spécificités respectives et les contraintes du site d'exploitation.
Ce processus semble se poursuivre au cours du siècle suivant. C'est d'ailleurs le cas pour les mines de Poullaouen précédemment citées. En effet, dans l'*Encyclopédie Technologique* rédigée en 1854, il est écrit que : « *ces mines […] sont remarquables par trois machines à colonne d'eau de la force de 200 chevaux chacune* »[67]. On comprend donc clairement à quel point l'usage de ces nouvelles forces motrices pouvait augmenter les rendements de production.

La première mention écrite, connue, à ce jour, de l'emploi de cette force hydraulique, apparait dans le traité d'Agricola, déjà mentionné. D'ailleurs, dans son *Histoire des techniques*, Bertrand Gille relie l'apparition de ces nouveaux procédés à l'apparition du système bielle-manivelle : « *Ce n'est que dans Agricola, au milieu du XVIe siècle, que nous voyons*

[65] GILLE 1978, p. 617.
[66] LAVOISIER 1778, p. 180-185, manuscrit reproduit et mis en ligne par le CNRS.
[67] LABOULAYE 1854, p. 200-210.

apparaitre les premières pompes aspirantes et foulantes mues par une roue hydraulique avec l'intermédiaire du système bielle manivelle »[68] (FIGURE 24).

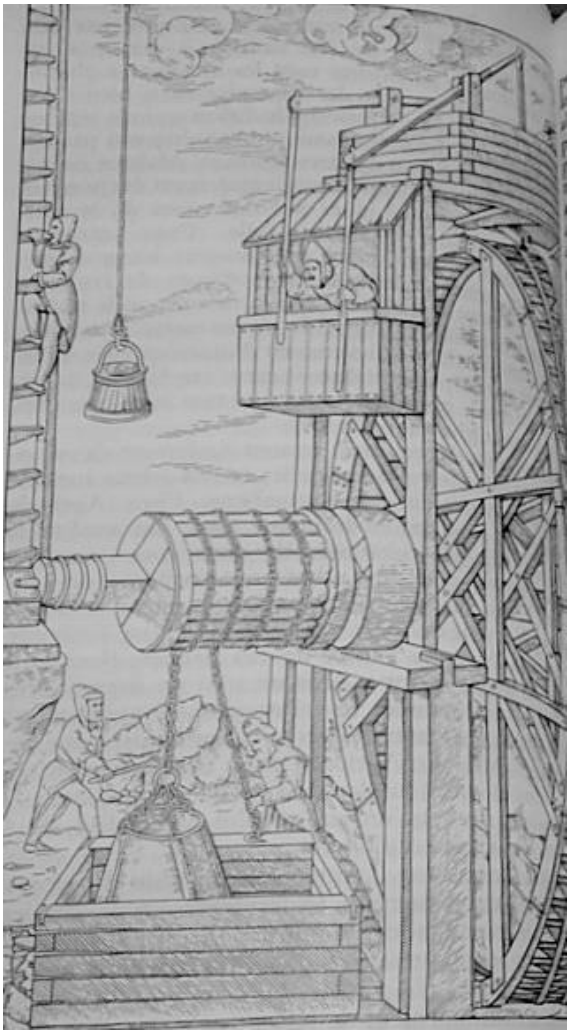


Figure 24 : Emploi d'une roue hydraulique et du système bielle-manivelle pour remonter les roches ou l'eau extraites des galeries (Gille, 1978, fig. 13, p. 620 tirée d'Agricola 1556)

Pour autant, ces innovations n'impliquent pas la disparition des techniques manuelles anciennes dans l'industrie du plomb. D'ailleurs dans le récit fait par Lavoisier, on trouve certes la présence de machines dans ces mines, mais le travail manuel y transparait encore largement. C'est la force humaine qui extrait le minerai des galeries et qui le ramène jusqu'aux puits d'extraction : « *on le transporte avec des brouettes jusqu'au fond des puits perpendiculaires* », et cela peut également être manuellement que le minerai était broyé : « *les plus purs sont seulement concassés, soit à la main avec des marteaux* ».

Il s'agit donc plutôt d'une cohabitation des différents outils à disposition des mineurs. C'est pourquoi, on ne peut pas parler, pour l'extraction du plomb, d'un changement total de l'ensemble technique mais plutôt d'une évolution, entrainée par des innovations des systèmes techniques employés pour ce travail.

[68] GILLE 1978, p. 605.

L'historien Lynn Willies, s'est penché sur le travail du plomb dans le comté du Derbyshire en Angleterre. Il a produit une documentation abondante sur ce sujet, dans laquelle il aborde à la fois les modalités techniques de ce travail, les acteurs concernés, ou encore les rouages économiques internes au commerce du plomb. Malheureusement, un grand nombre de ces documents n'ont pas été publiés, ou ne sont disponibles qu'à un seul endroit en Angleterre : le musée Peak District Museum, ce qui limite l'exploitation de ces documents pourtant si intéressants pour cette étude.
Dans son article intitulé *Prosperty and Decline in Derbyshire Lead Mining*, qu'il publia en 1985 dans le *Bulletin of the Peak District Mines Historical Society*, il détaille les modalités d'exploitation des mines de plomb de cette région[69]. Il cite l'auteur Homer Aschman[70] pour affirmer que quatre grandes étapes régissent la vie de ces exploitations, et ce, quel que soit le minerai extrait. Elles sont les suivantes :

- Tout d'abord, des prospections sont réalisées pour découvrir des filons. Puis, des explorations systématiques sont mises en place pour estimer la valeur du gisement.

- Si le gisement est reconnu rentable, alors des investissements importants ont lieu entrainant un développement constant de la mine. Cette étape se termine lorsque la mine est au plus haut de sa rentabilité.

- Puis la quantité d'opérations réalisées dans la mine reste stable mais la rentabilité diminue.

- Enfin, il s'agit de la phase de déclin de la mine, se concluant par son abandon total, ou sa récupération par des acteurs locaux qui espèrent y retrouver un nouveau filon.

D'après Lynn Willies, d'une manière très synthétique, au XVIIe siècle et au tout début du XVIIIe siècle, les mines de plomb, notamment anglaises, se trouvent en grande majorité dans leur phase 2. Puis, à partir du milieu du XVIIIe siècle, elles entrent peu à peu dans leur phase 3, nécessitant le recours à d'importants investissements pour installer des machines et espérer ainsi relancer le rendement des exploitations.
A titre d'exemple, voici les dates qu'il fournit dans son article pour les grandes mines du Derbyshire (FIGURE 25).

[69] WILLIES 9 :5, 1985, p. 251-282.
[70] Dans l'article la référence donnée est la suivante : ASCHMAN Homer. *The Natural History of a Mine*. Econ. Geog. Vol. 46, N° 2, 1970, p. 172-189.

Event	Date
Discovery	pre 1700
Initial investment and high output	late 17th century
Abandonment to small scale operation	late 17th century
Development of small soughs and high level of output	late 17th century - early 18th century
Water wheel, horse gin, or early steam engine to pump below sough	mid-18th century
Deep level sough	late 18th century
Steam engine pumping from below sough	late 18th century
Abandonment to small operators	c. 1810
Revival using Cornish Engine or water pressure engine	mid-19th century
Revival for low grade deposits or as a 'Joint Stock Venture'	c. 1850-60
Final abandonment for lead mining	late 19th century

Figure 25 : Etapes schématiques de la vie d'une mine au Derbyshire (WILLIES, 1985, p. 256)

Il ne s'agit ici que d'un exemple très localisé mais d'une manière plus large, il est possible d'établir qu'après un temps de prospérité, se situant entre la fin du XVIIe et la fin du XVIIIe siècle selon les régions, on assiste à un déclin progressif des mines de plomb européennes au cours du XIXe siècle et la majorité d'entre elles seront abandonnées avant la fin du siècle. Cette situation est due en grande partie à la concurrence montante du plomb extrait des nouvelles colonies, notamment d'Amérique du Nord et du Nord de l'Afrique.

2.1.2. Vers une capitalisation de l'exploitation du plomb

L'extension des galeries et la construction d'équipements hydrauliques ou aériens, permettent d'accroitre le rendement de ces mines de manière exponentielle ou de relancer certaines exploitations stagnantes mais nécessitent parallèlement d'immenses investissements financiers. On assiste donc, à partir de la fin du XVIe siècle, à un phénomène de capitalisation progressif de l'exploitation du plomb. L'auteur Agricola témoigne déjà dans son traité de l'association quasi obligatoire de mineurs entre eux afin de pouvoir réaliser les dépenses nécessaires au fonctionnement de la mine : « *comme les dépenses à faire dans une mine sont*

nombreuses et importantes, le premier auquel le maître-mineur a donné le droit sur la mine, admet la plupart du temps que d'autres mineurs s'associent avec lui »[71].

Bertrand Gille quant à lui place également cette évolution économique à la Renaissance : « *L'autre transformation importante est la naissance d'un certain capitalisme de grandes unités […] d'autres sont tout à la fois marchands, banquiers, mais aussi industriels. […] Exploitants ou fabricants, tous propriétaires de mines, ils se devaient naturellement, et le pouvaient par l'immensité de leurs richesses, de favoriser un certain progrès technique* »[72].

Par conséquent, alors qu'au cours des XVIe et XVIIe siècles la majorité des mines relevaient de petites unités locales, à la fin du XVIIIe siècle ne subsistent quasiment plus que des exploitations à large échelle. La majorité des mines ont été absorbées et regroupées au sein de grandes compagnies, souvent associées entre elles, afin de gérer l'extraction du minerai, et de pouvoir réaliser par la suite, sa mise en forme et sa commercialisation. Cette organisation permet aux investisseurs, d'acheter des parts dans différentes exploitations, afin de diminuer leurs risques financiers. Il semble donc s'agir « d'actionnaires » au sens strict du terme. Il faut toutefois stipuler qu'un certain nombre de petites et très petites unités subsistent localement tout au long de la période mais ne représentent qu'un pourcentage infime du plomb produit et commercialisé. Il s'agit plutôt dans ce cas d'une consommation locale directe, que l'on ne pourra retrouver sur les navires naufragés.

La compagnie des ateliers Bagillt, celle de la famille Barker en Angleterre, ou encore celle des mines de Poullaouen en Bretagne témoignent de ce type d'exploitation à très large échelle. Ainsi, à la lecture d'une correspondance privée retrouvée dans les archives, il est particulièrement frappant de constater que les concessionnaires des mines de Poullaouen ne résident pas eux-mêmes en Bretagne alors que la mine y est située. Ce ne sont donc pas des locaux qui possèdent la mine mais des investisseurs basés à Paris : « *3 février 1819. Monseigneur, par la dépêche du 27 janvier dernier, votre Excellence m'a fait l'honneur de m'informer qu'elle décide de traiter directement avec les concessionnaires des mines de Poullaouen, domiciliés à Paris, pour la fourniture de plomb en saumons nécessaires aux divers ports de Brest, Lorient et Rochefort, dont vous avez fixé le minimum à 15 000 kilogrammes chacun* »[73] (FIGURE 26).
D'ailleurs un article moderne rédigé sur la mine de Pouallouen détaille cette même évolution[74]. Après un temps de prospérité au XVe siècle dans cette mine de plomb-argentifère, la concurrence de l'argent provenant de l'Amérique provoque un ralentissement de l'exploitation. Celle-ci repart à partir de 1732 grâce à des investissements importants de deux négociants de Morlaix, à savoir M. de la Bazinière et M. Guillotin de Kernest, qui créent un conglomérat d'exploitation nommée la Compagnie des Mines de Basse-Bretagne. Cette nouvelle structuration en compagnie permet d'émettre des actions, ou de vendre des parts des

[71] AGRICOLA 1556, livre quatre, p. 64.
[72] GILLE 1978, p. 582.
[73] SHD Brest 1E-587, 1819, folio 56 r.
74 DUVAL 1959, p. 449-455.

exploitations qu'elle gère, pour qu'un plus grand nombre d'investisseurs, parfois appelés « associés », puissent y prendre part (FIGURE 26).

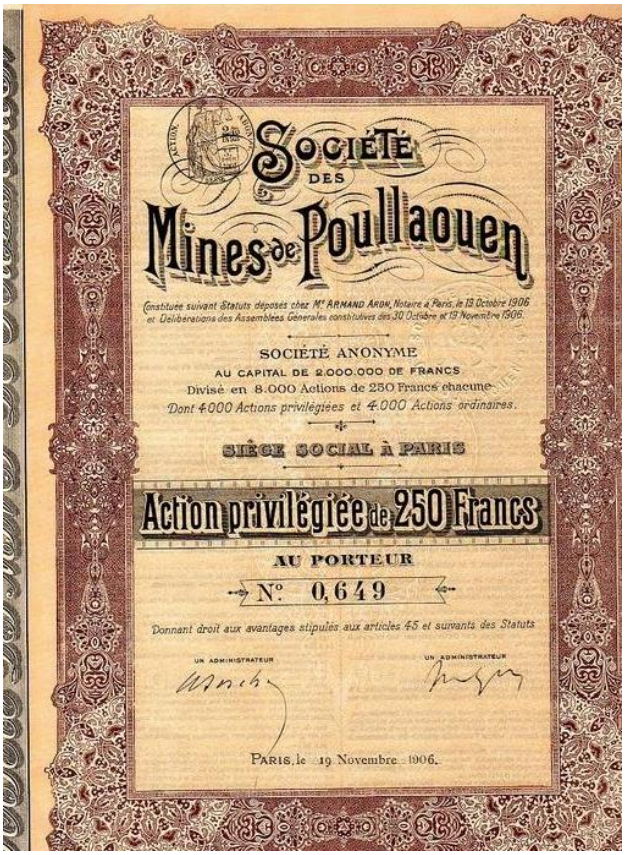


Figure 26 : Action de la société des Mines de Poullaouen, Bretagne, 1906 (www.delcampe.net)

La mine emploie 850 personnes en 1751 et atteint son apogée entre 1760 et 1790, avec 2000 salariés produisant 600 tonnes de plomb et 1,5 tonne d'argent par an. On constate donc bien de la création, à partir du milieu du XVIIIe siècle, de compagnies d'exploitation gérées par des conglomérats d'entrepreneurs aux finances importantes. Il faut ajouter ici que l'usine de traitement des minerais de plomb nommée Huelgoat, associée à la mine de Poullaouen, ne travaillait pas uniquement le métal issu de sa propre mine. En effet, une grande partie de minerai était importée de l'étranger mais travaillée puis commercialisée à partir de cette usine. La production de plomb locale, malgré d'immenses investissements, semble donc n'avoir pas été suffisante pour répondre aux besoins de saumons et de tables de plomb commercialisables en France.

En ce qui concerne les productions de plomb anglaises, les informations disponibles en France sont encore plus lacunaires mais on connait tout de même assez bien le fonctionnement de l'une des plus grandes sociétés de cette époque. Il s'agit des ateliers de production de la ville de Bagillt (Flintshire, Pays de Galles)[75]. Il semblerait qu'un certain Edward Wright y ait créé la compagnie « Gadlys Lead Smelting Works » grâce à l'aide de

[75] http://www.bbc.co.uk/history/domesday/dblock/GB-320000-375000/page/6

riches financiers londoniens, nommés Quakers, en 1704. Cette compagnie s'intègre ensuite au sein d'un conglomérat très puissant nommé « London Lead Company », détenu par ces entrepreneurs jusqu'en 1799. Il est fort possible qu'ensuite la compagnie ait été reprise et que l'appellation Bagillt ne soit apparue qu'après cette date. Les lingots produits et découverts sur plusieurs sites isolés ou des épaves du XVIIIe siècle portent sur leur face supérieure la marque : « Bagillt works on Newton Lyon & C° Liverpool » comme nous le détaillerons plus loin.

Comme nous l'avons déjà évoqué, pour l'ensemble des exploitations de plomb européen, et spécialement pour la production anglaise qui était la plus importante jusqu'à cette date, une crise importante se produisit à la fin du XVIIIe siècle et s'accentua au cours du XIXe siècle. Celle-ci semble principalement créée, non pas par une chute de la demande en plomb qui reste très importante, mais par une diminution quasi constante du prix de vente du minerai (FIGURE 27). En effet, la concurrence grandissante des pays étrangers comme l'Espagne, l'Afrique du Nord et le Nouveau Monde (principalement les Etats-Unis et l'Australie) provoque une chute des cours du plomb. La plupart des mines européennes sont donc abandonnées à la fin du XIXe siècle.

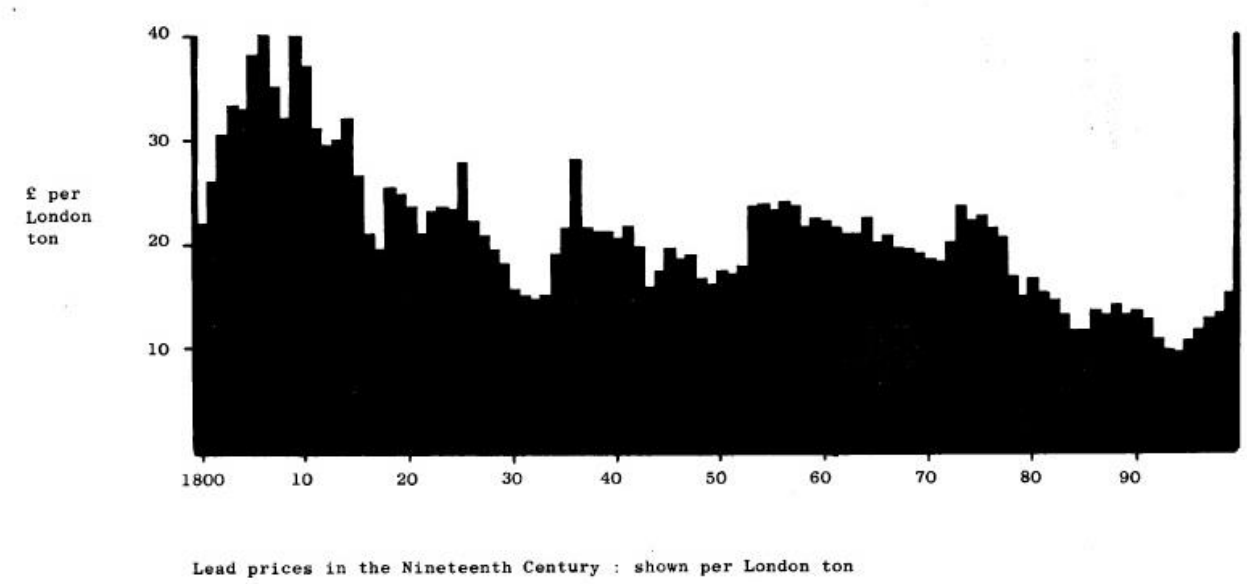


Figure 27 : Prix en livres de la tonne de plomb à Londres, au XIXe siècle (Willies, 1985, Fig. 4, p. 273)

Une archive datant de 1743 témoigne déjà de l'importation massive de ce plomb d'Amérique. En effet on peut y lire : « *Rochefort. M. Deslandes, le 17 Septembre 1743. Le Sieur Bottereau de Rouen m'a représenté M. qu'il est venu pour son compte à l'adresse du Sieur Habere à Rochefort la quantité de 418 saumons de plomb pesant 29250 livres de l'envoy au Sieur Desclopeaux et provenant de la mine des illinois. Je veux bien consentir que ces plombs soient reçus pour le Roy, s'ils sont de bonne qualité, et dans ce cas vous les ferez payer au Sieur Bottereau sur le pied du marché du Sieur Gofery* »[76]. Les mines des Illinois sont situées en Louisiane, Amérique du Nord et on constate l'importance de la cargaison commandée par

[76] AN Mar B2-320, 1743, folio 227 r.

le port de Rochefort. Toutefois, il ne semble pas que ce marché soit déjà en place puisque la question de la qualité du plomb importé est évoquée ici et doit encore être vérifiée.

2.1.3. Recensement des mines en exploitation entre le XVIe et le XIXe siècle

Un recensement de l'ensemble des mines de plomb citées dans les sources écrites comme étant en activité, en France et dans le monde entre le XVIe et le XIXe siècle, a été réalisé et est présenté en annexe à ce travail (ANNEXE 4). Ce travail permet de visualiser sur un même document l'ensemble des informations liées à leur activité à savoir : le nom des mines actives, leurs emplacements géographiques, leurs périodes d'activité, leurs propriétaires s'ils sont connus, les techniques de production du plomb si elles sont précisées et les marques portées par les lingots qui y sont produits.

Si l'on détaille ce document, il s'avère que les mines de plomb ayant été exploitées en France à cette période sont peu nombreuses ; cela ne représente tout au plus qu'une dizaine d'exploitations réparties sur l'ensemble du territoire. L'auteur Landrin dans son ouvrage sur le plomb rédigé en 1857 dresse ce même constat : « *La France possède 526 gites de minerai de plomb, dont 307 filons bien distincts, 23 couches et amas, et 196 gites dont l'allure n'a pas été déterminée par des travaux suffisants. Aucune de ces mines n'est exploitée. 7 seulement en dehors de ces 526 gites donnent lieu à des exploitations* »[77]. La différence entre le nombre de filons potentiels et le nombre de mines réellement en activité est particulièrement important et ne peut à ce jour être expliqué, tant les besoins en plomb français étaient élevés sur toute la période étudiée ici. De nombreux membres de l'administration de la marine du XVIIe et XVIIIe siècles regrettent d'ailleurs cette situation, et certaines de leurs correspondances le laissent transparaitre. Citons à titre d'exemple, deux archives mentionnant cette même volonté d'améliorer la production française pour réduire les coûts d'importations du plomb et la dépendance vis-à-vis des pays étrangers.
Il s'agit d'une part d'une correspondance privée, adressée au sieur Bodin par un auteur anonyme, en février 1666, qui expose ces difficultés : « *2 février 1666, Au Sieur Bodin sur l'ouverture des Mines dans les Provinces du Roy. Monsieur la nécessité en laquelle on se trouve dans le Royaume de divers métaux que l'on est obligé de tirer des pais Estrangers, et dy envoyer pour cet effet des sommes d'argent considérables a fait naistre au Roy la pensée de faire ouvrir dans les provinces de son Royaume des mines, et particulièrement des ou l'on a estimé quelles pouvoient estre abondantes* »[78].
Le deuxième document est quant à lui un mémoire rédigé par les officiers du port de Marseille portant sur le commerce du plomb travaillé dans cette ville. Il s'agit donc ici d'un

[77] LANDRIN 1857, p. 116.
[78] AN Mar B2-5, 1666, folio 151.

document officiel mais qui expose le même constat : « *l'abondance d'une matière qu'on ne trouve presque point dans le cru du Royaume et dont on a un extrême besoin* »[79].

Les mines françaises les plus développées sont celles de Poullaouen et de Huelgoat en Bretagne (FIGURE 28) ainsi que celle de Vialas dans les Cévennes.

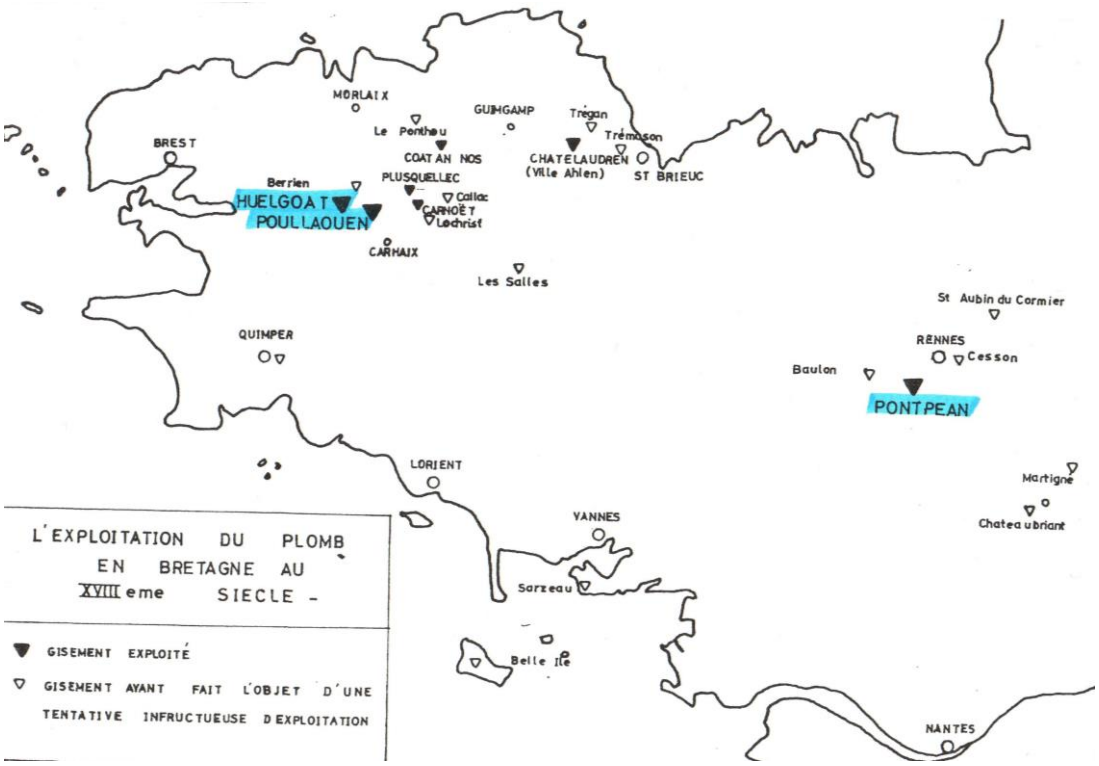


Figure 28 : Carte de la répartition des exploitations du plomb en activité en Bretagne au XVIIIe siècle (Monange, 1972, annexe)

Cette carte a été réalisée par Edmond Monange lors de sa thèse : *Une entreprise industrielle au XVIIIe siècle : les mines de Poullaouen et du Huelgoat*. Le titre même de cette recherche implique donc, comme nous venons de l'évoquer, qu'au XVIIIe siècle, l'exploitation du plomb se fasse par le biais de sociétés suffisamment riches pour être équipées des meilleurs outils, permettant une rentabilité maximale, symbole d'une industrie au sens moderne du terme. Ces deux mines, pourtant très bien équipées, ne satisfont toutefois pas à elles-seules la demande constante de plomb qui règne dans l'ensemble de la France.

L'essentiel du plomb mis en forme et employé en France provient donc d'importations étrangères. De nombreux textes, traités ou correspondances, attestent clairement de cette situation. C'est par exemple le cas de Savary des Bruslons, qui détaille dans son article sur le plomb rédigé en 1726 que : « *Presque tout le plomb qui se voit en France vient d'Angleterre : on en tire pourtant d'Allemagne par la voie d'Hambourg, et les Hollandais en apportent de Pologne. Celui d'Angleterre est le meilleur. […] Celles de Linarès en Espagne sont à peu*

[79] AN Mar B7-492, Juillet 1686, folios 265r-266r.

près sur le même pied. Combarton, Newcastel et Derby sont les endroits d'Angleterre d'où il s'en tire davantage, et sur tout le Peak, Canton de cette dernière province, en a des mines très abondantes. […] »[80].
On le voit très clairement, même si des mines existent dans le reste de l'Europe, et notamment en Espagne, la très large majorité des mines de plomb se situent en Angleterre ce qui induit une situation de dépendance économique importante pour l'état français (ANNEXE 4). On comprend également que la qualité des plombs produits est très variable d'un endroit à un autre et ils ne peuvent donc être employés de la même façon. Dans son ouvrage *Description des Arts et Métiers* publié en 1781, Jean Elie Bertrand explicite ces différences d'usage : « *les plombiers ne font point usage indifféremment du plomb qui provient de ces différentes mines, parce qu'il n'est pas tout de la même qualité. Le plomb que les mines de Bretagne fournissent, ne s'emploie ordinairement qu'à faire des balles pour l'artillerie, ou à giboyer […] les plombiers de Paris ont coutume de tirer celui qu'ils travaillent, d'Ulme ou de Hambourg indifféremment : il en résulte un métal plus beau, plus coulant, et plus propre à toutes sortes d'ouvrages* »[81]. Il semble néanmoins important de modérer ce propos car comme nous l'avons déjà vu précédemment, des commandes de plomb breton étaient faites, notamment pour servir à la réalisation de lingots de plomb dans certains ports régionaux. Ainsi, il faut plutôt imaginer des préférences, pouvant résulter du choix du responsable du port, ou de celui du plombier lui-même, ou encore des contextes politiques et économiques influençant les marchés à un moment donné.

Malgré ces nuances, des distinctions de couleurs, de sonorité et donc de qualité sont évoquées dans tous les traités spécialisés du XVIIIe siècle, ainsi que dans certaines correspondances privées, témoignant de l'attention portée à l'emploi de plomb de bonne qualité.
Cette question de la pureté des plombs importés sera donc au cœur des préoccupations des membres de l'administration royale tout au long de la période étudiée ici et des tests visuels ou sonores seront mis en œuvre pour tenter de se prévenir de plombs de mauvaise qualité. A titre d'exemple, une archive de la marine royale détaille la gestion des fournitures de la marine et notamment des recettes qui sont faites dans les ports et arsenaux du roi. Une présentation des différentes marchandises y est faite, accompagnée d'indications devant servir aux intendants pour qu'ils soient en mesure d'estimer le coût et la qualité de chaque produit reçu : « *Qualité de plomb : Il doit être de seize pieds de long également chargé de matière couleur d'un brun clair : il serait mauvais s'il y si trouvait des rayures blanches transversales avec des petits grains argentés, ce sont des marques de son aigreur* »[82].
Un autre exemple plus tardif témoigne de ces considérations qualitatives et économiques : « *2 septembre 1825. Monseigneur, […] le Conseil d'administration adopte la proposition de considérer les plombs récemment envoyés de Toulon à Brest et dont la Commission des recettes demande la déchéance en plomb vieux à raison de l'infériorité de leur qualité,*

[80] SAVARY DES BRULONS 1726, p. 876.
[81] BERTRAND 1781, p. 447.
[82] AN Mar D3-16, 1677-1789.

comme valant les 2/3 du plomb neuf et de les faire payer comme tels à l'établissement de la Villeneuve qui les exploitera »[83].

Lors de l'étude des lingots de plomb, présentée plus loin dans ce texte (cf partie 4), il sera également nécessaire de garder en mémoire ces questionnements afin de vérifier notamment s'il ce lien entre morphologie et degré de pureté se confirme ?

L'auteur anglais, R. F. Tylecote, énumère précisément en 1962 dans son ouvrage intitulé *Metallurgy in Archaeology. A Prehistory of Metallurgy in the British Isles*, les anciennes mines de l'Angleterre et d'Irlande et présente une carte de leur localisation et de leur chronologie d'utilisation (FIGURE 29).

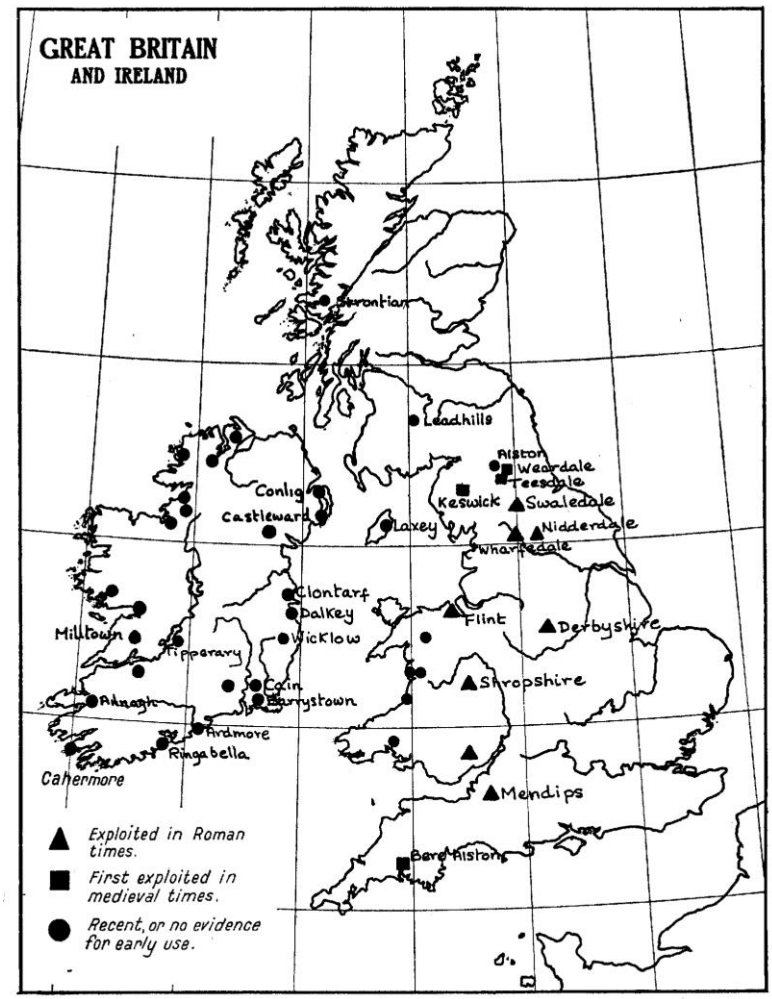


Figure 29 : Mines de plomb dont le début d'exploitation date de diverses périodes en Angleterre et en Irlande (Tylecote, 1962, Fig. 13, p. 74)

Il est donc évident, à la lecture de cette carte, qu'une quantité très importante de mines de plomb étaient en activité en Grande Bretagne à l'époque qui nous intéresse ici (XVIe-XIXe siècles), contrairement à ce qui pouvait exister en France à la même période.

[83] SHD Brest 1E-612, Matériel, 2 septembre 1825, folio 508 r.

L'inégalité de répartition de ces mines de plomb exploitées à travers toute l'Europe peut être en partie expliquée par des différences géologiques. En effet, les minerais de plomb se retrouvent principalement dans les sols à tendance granitique ce qui pourrait expliquer la prédominance des mines en Bretagne et en « Grande-Bretagne ». Cependant, ils peuvent parfois être inclus dans d'autres natures géologiques et ainsi, il parait impossible d'expliquer la quasi absence de ces exploitations dans de très larges zones européennes et françaises, d'autant plus que des mines voire des régions entières, autrefois largement exploitées pour ce métal, comme celle du Laurion en Grèce antique, ne sont plus mentionnées dans les traités portant sur le travail du plomb au XVIIIe siècle. Ces inégalités de répartition des mines en activité semblent donc résulter d'une combinaison de choix économiques et politiques propres à chaque pays ainsi qu'à leurs conditions géologiques.

2.2. Mise en forme

Détaillons maintenant les différentes étapes de la fabrication du plomb brut, nommé également « plomb d'œuvre », puis de sa mise en forme par les plombiers en vue de sa commercialisation. D'après les documents retrouvés, deux grandes formes de plomb pouvaient être commercialisés : les saumons et les tables de plomb.
A ces productions majoritaires peuvent s'ajouter plus ponctuellement le commerce de tuyaux de plomb même si ceux-ci représentaient plutôt un produit secondaire, créés par les plombiers à partir des saumons ou des tables de plomb achetés au préalable comme matière première.
Enfin, la fabrication du petit mobilier représente la mise en forme la plus aboutie du travail des plombiers, et consiste là encore, à la modification, selon diverses techniques, du plomb semi-brut en objets plus ou moins raffinés.

L'ensemble des techniques permettant la fabrication du plomb d'œuvre, puis du plomb semi-brut commercialisable (saumons et tables de plomb) et enfin du plomb manufacturé fait l'objet de la présentation suivante.

2.2.1. Fabrication du plomb d'œuvre

Pour comprendre de manière précise la méthodologie employée dans la production du plomb d'œuvre, il est nécessaire de se référer aux sources écrites et notamment aux dictionnaires, encyclopédies ou traités spécialisés puisque cette étape ne peut être observée directement par l'archéologie. L'apport de l'ethnographie et de l'archéologie expérimentale peut représenter un précieux complément d'informations pratiques sur le sujet. Ces données seront détaillées plus loin (cf 3.2) afin de compléter ce qui aura déjà pu être établi d'après les sources écrites.

Toutefois, comme nous l'avions évoqué, hormis le traité d'Agricola *De Re Metallica* et de quelques informations lacunaires éparpillées dans des correspondances privées, très peu d'informations techniques précises sont connues pour le début de la période étudiée (XVIe-XVIIe siècles).

L'ouvrage dirigé par Guillaumin, intitulé *Dictionnaire universel théorique et pratique du Commerce et de la navigation*, est donc particulièrement utile, même s'il date de la fin du XIXe siècle, car il fournit un résumé précis de la chaine opératoire de transformation du minerai en plomb d'œuvre : « *Ce minerai, c'est la galène ou sulfure de plomb naturel. […] La galène, débarrassée du plus gros de sa gangue par le cassage au sortir de la mine, est réduite en morceaux uniformes dont on fait deux parts : l'une de minerai riche qui peut être directement soumis à la calcination, l'autre de minerai pauvre, qui doit subir préalablement le bocardage. Le minerai ainsi préparé prend le nom de schlick. […] C'est aussi à l'état de schlick que la galène est expédiée des lieux d'extractions pour être fondue dans les usines […]. Le plomb résultant de la réduction des minerais porte le nom de plomb d'œuvre. Il renferme généralement une certaine quantité d'argent qu'il est souvent important d'extraire […]. Cette extraction s'opère par la coupellation* »[84].
Ces étapes peuvent schématiquement être synthétisées par le diagramme ci-dessous (FIGURE 30).

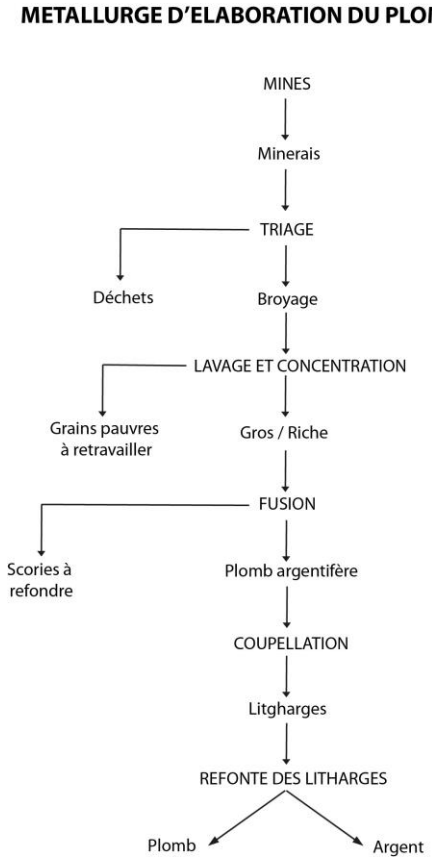


Figure 30 : Schéma synthétique des étapes de l'élaboration du plomb d'œuvre à partir d'un minerai de plomb argentifère (personnel)

[84] GUILLAUMIN 1861, p. 1123.

Ces étapes sont également mentionnées par des ouvrages antérieurs, comme le traité d'Agricola datant de 1556 ou encore le mémoire rédigé par Lavoisier sur sa visite dans une mine de plomb en 1778[85]. Ainsi, il semble y avoir eu une grande continuité dans la manière dont le plomb était extrait et mis en œuvre sous sa forme brute sur la période étudiée ici. Des différences dans l'outillage employé semblent toutefois avoir existé.

Le détail complet et précis de l'ensemble de la chaine opératoire de fabrication du plomb d'œuvre est fourni en annexe à ce travail (ANNEXE 5), mais une présentation des diverses opérations précédemment décrites a tout de même été faite ici, tant il est important de comprendre les processus mécanique et chimique en action au cours de ces étapes, notamment en vue de l'exploitation des résultats des analyses physico-chimiques menées sur le mobilier en plomb.

Une fois les galènes extraites des mines, il faut les préparer suivant diverses étapes afin de les rendre exploitables. Il s'agit dans un premier temps d'ôter la « gangue » entourant le minerai de plomb lui-même, c'est-à-dire l'ensemble des roches ou minerais non recherchés, accrochés à la galène et qui l'englobent plus ou moins complètement.

Les minerais sont donc donnés aux « casseurs et trieurs » installés en surface pour qu'ils sélectionnent les meilleurs éléments. Le traitement métallurgique ne sera en effet pas tout à fait le même selon la pureté en plomb du minerai, et suivant le pourcentage d'argent qui lui est associé.
Les galènes sont donc d'abord triées visuellement et cassées pour en détacher les gangues et pouvoir les éliminer de la suite du processus. Dans son traité *De Re Metallica*, Agricola précise que ce travail peut être fait par des hommes mais aussi par des femmes ou des enfants. Une concession minière de plomb peut donc fournir du travail à l'ensemble d'une population locale. L'auteur évoque également la manière dont ce tri visuel s'opérait : « *ils mettent les matières mélangées sur une longue table, devant laquelle ils sont assis presque toute la journée et ils trient le minerai* »[86]. Malheureusement aucun détail sur les critères de tri employés n'apparait dans ce témoignage.
Puis, le restant des minerais est concassé afin d'obtenir des fragments de diamètre assez homogène (FIGURE 31). Au XVIe siècle, comme cela est attesté par l'ouvrage d'Agricola, les minerais sont d'abord éclatés à l'aide de marteaux, puis découpés de manière plus homogène grâce à des coins et des sortes de ciseaux.

[85] Ces deux ouvrages ayant déjà été mentionnés, leurs références n'ont pas été redonnées ici.
[86] AGRICOLA 1556, livre huit, p. 215.



Figure 31 : Concassage des minerais avant le tri (David Allan, 1780, musée National Galleries Scotland)

Ce tableau du peintre écossais David Allan (1744-1796), datant de la fin du XVIIIe siècle, fait partie d'une série de peintures traitant du travail du plomb[87]. Ces œuvres sont particulièrement précieuses car elles sont les seules illustrations retrouvées à ce jour portant spécifiquement sur la plomberie. Les instruments présentés ici pour le concassage sont particulièrement rudimentaires : il s'agit de pelles et de râteaux, ainsi que de petites battes plates pour taper sur le minerai et le casser en plusieurs morceaux. Cependant, un ouvrage contemporain à ce tableau, le récit fait par Lavoisier de sa visite des mines de plomb de Poullaouen en 1778, témoigne de l'emploi de systèmes de broyage mécanique appelés des bocards, à sec ou à eau, en supplément de ces outils manuels. Ces machines sont décrites de la manière suivante : « *ces deux machines consistent en un certain nombre de pilons armés de boites de fonte, et qui pèsent chacun environ 200 livres ; on les élève par le moyen de lames adaptées à l'arbre d'une roue à augets dont l'eau est encore le moteur : ces pilons par leur chute réduisent en poudre les pierres les plus dures* »[88]. On constate donc qu'au XVIIIe siècle, plusieurs outils étaient à la disposition des mineurs et broyeurs afin de répondre aux contraintes et aux budgets de chaque exploitation, du simple marteau au complexe bocard hydraulique.
Dans un ouvrage du XIXe siècle, Landrin détaille ces instruments : « *Aussitôt que les fragments arrivent au jour, ils sont livrés aux casseurs qui, avec des masses de 2 à 1 kilogrammes, de forme ordinaire, les réduisent en morceaux uniformes, en ayant soin de rejeter une partie de la gangue* »[89] et on constate donc que l'outillage manuel basique a persisté malgré la multiplication des inventions de machines.

[87] Ces œuvres sont toutes exposées dans l'aile sur l'art écossais du musée National Galleries Scotland.
[88] LAVOISIER 1778, p. 181.
[89] LANDRIN 1857, p. 85.

Le minerai peut également être lavé en même temps, ou à la suite du cassage. Les sources documentaires emploient le terme de « débourber » pour évoquer cette opération. Sur le tableau présenté ci-dessus, on aperçoit d'ailleurs dans le coin gauche, un bassin dont l'eau s'écoule à l'extérieur, et devant lequel est positionné un petit tas de minerai. Il s'agit ici de la représentation d'une des différentes techniques de lavage qui pouvait être employée par les plombiers. L'auteur Agricola les liste d'ailleurs dans son traité : « *il existe sept méthodes de lavage communes à plusieurs minerais. On les lave en effet soit dans une auge simple, soit dans une auge divisée par des planchettes, soit dans une auge en pente, soit dans un grand bassin ou dans un petit lavoir, soit encore sur une table couverte de toiles ou dans un tamis* »[90].

Toutes ces opérations initiales permettent d'obtenir des fragments de minerai de plomb propres, dégagés de leur gangue, et rendus suffisamment homogènes pour pouvoir être ensuite triés selon leur richesse en métal. En effet, pour une dimension quasi identique, plus un fragment contient du plomb et plus il sera dense et donc pesant. Ces tris s'effectuent par le passage dans des cribles de différentes tailles, entrainés par une poussée manuelle ou un courant d'eau. Cette technique, qu'on nomme la flottaison, est la plus rapide et la plus efficace (FIGURE 32).

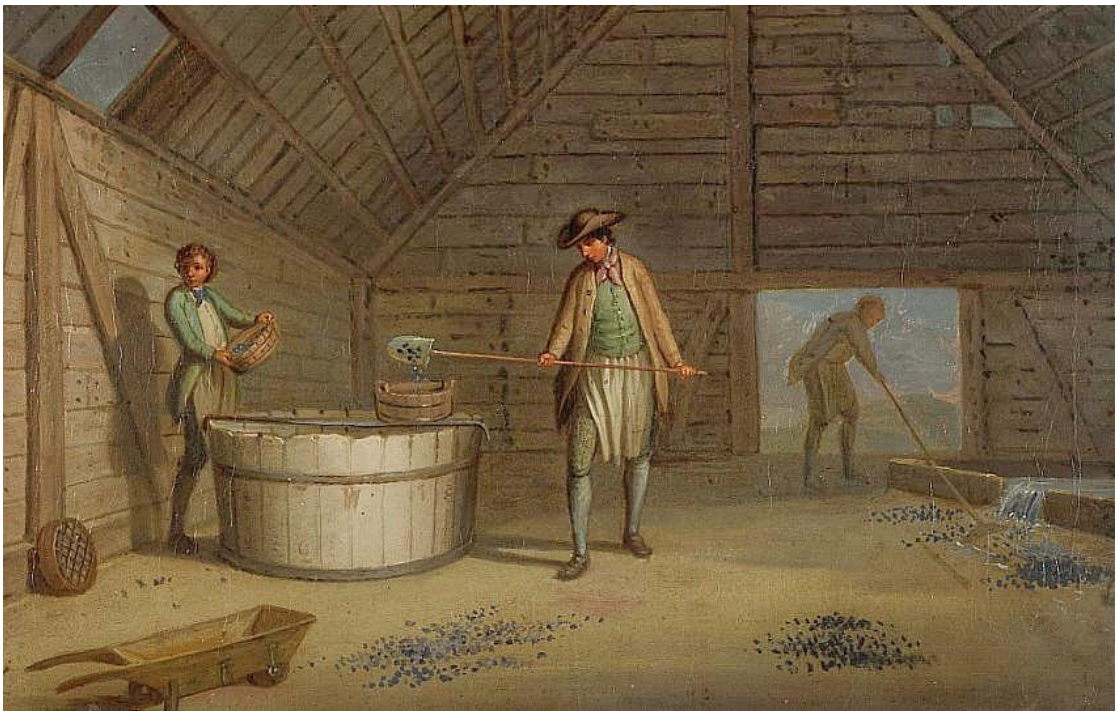


Figure 32 : Tri des minerais par flottaison (David Allan, 1780, musée National Galleries Scotland)

On distingue sur ce tableau, un crible posé au sol sur la gauche, ainsi qu'un lavoir sur la droite, au sein duquel devait avoir lieu un premier tri par flottaison : les fragments les plus lourds, les plus purs, se déposent en premier tandis que les plus légers sont emportés par l'eau

[90] AGRICOLA 1556, livre huit, p. 225.

et se déplacent donc plus loin. On peut parler ici de tri par gravimétrie. Au centre, deux ouvriers tamisent les fragments au-dessus d'un grand bassin circulaire pour récupérer les déchets qui tomberaient des cribles. Une très grande attention est portée à la minimisation des pertes et ainsi, la majorité des minerais pourra être retravaillée plusieurs fois pour récupérer un maximum de plomb et éventuellement d'argent.

L'auteur Agricola, témoigne de ces mêmes étapes : « *Les roches qui avoisinent les minerais doivent être réduites en morceaux et lavées pour que rien de métallique ne soit perdu. […] Mais les métaux qui sont extraits à l'état pur ou brut, comme par exemple l'argent natif ou le plomb brut, sont étalées par le contremaitre sur des pierres, et frappés avec un gros marteau carré. Quand les morceaux ont été fortement aplatis, on pose les plaques sur un billot et on les découpe avec un marteau et un coin ou avec un outil en fer qui ressemble à une paire de ciseaux. […]Il existe sept méthodes de lavage commues à plusieurs minerais. On les lave en effet soit dans une auge simple, soit dans une auge divisée par des planchettes, soit dans un grand bassin ou dans un petit lavoir, soit encore sur une table couverte de toiles ou dans un tamis* »[91]. La technique du tri du minerai est très détaillée puisqu'il s'agit d'un traité portant uniquement sur les techniques métallurgiques contrairement au dictionnaire généraliste précédemment cité. Cependant, il est tout de même intéressant de constater ici que la technique employée n'a pas fondamentalement évoluée entre le milieu du XVIe et le XIXe siècle. On note toutefois que plusieurs techniques de lavage existent et sont connues à cette époque, laissant ainsi penser que des variantes locales pouvaient exister. Malheureusement faute de données historiques et archéologiques suffisantes il n'est pas possible aujourd'hui de délimiter précisément ces zones géographiques. Très peu de sites d'exploitation du plomb ont été découverts et étudiés archéologiquement.

Un autre ouvrage spécialisé, datant cette fois du début du XIXe siècle et rédigé par Coste et Perdonnet lors de leur voyage d'observation en Angleterre, évoque encore ces mêmes étapes de tris successifs des minerais mais distingue cette fois certaines spécificités anglaises. Nous avons choisi ici de présenter celle des mines du Cumberland car ce sont les plus détaillées dans cet ouvrage, notamment en ce qui concerne leur technique de nettoyage et de tri des minerais : « *Les minerais au sortir de la mine, sont placés sur une grille arrosée continuellement par un courant d'eau. On forme des tas de parties riches, parties à écraser et parties à rejeter. Les morceaux les plus menus traversent la grille. Les gros morceaux riches sont cassés à la batte, et le produit est passé dans le crible à mains ; ce qui donne deux nouveaux produits, l'un qui est lavé sur le crible à secousse et l'autre dans une espèce particulière de caisson à débourber. Les morceaux de richesse moyenne, après avoir été broyés par la machine à écraser, sont également passés au crible à secousse ou débourbés, suivant leur grosseur* »[92].
On constate donc l'emploi simultané de différents types de cribles, de calibres plus ou moins fins, ainsi que la mise en œuvre de forces variées mais complémentaires (manuelle, outil,

[91] AGRICOLA 1556, livre 8.
[92] COSTE et PERDONNET 1830, p. 270.

hydraulique…). Les ouvriers chargés du tri du minerai avaient donc à leur disposition toute une batterie de méthodes et d'outils s'adaptant parfaitement aux différentes morphologies et puretés des minerais extraits, afin de minimiser les pertes de métal exploitable.

La galène considérée comme riche est ensuite introduite dans un four afin d'en éliminer le souffre et ne récupérer que le plomb, et l'argent si elle en contient. Le minerai subit dans ce four deux réactions successives. Il s'agit dans un premier temps d'une oxydation[93], permettant d'obtenir de l'oxyde de plomb et du soufre puisque l'aération du four laisse entrer de l'oxygène, et celui-ci réagissant avec le plomb du minerai isole en conséquence le soufre présent.

$$PbS + O \rightarrow PbO + S$$

Une grande partie du soufre isolé s'évapore lors de cette chauffe ; son point d'évaporation étant de 445°C soit à peine plus haut que le point de fusion du plomb, 327°C.

Dans un second temps, on réalise une réduction, c'est-à-dire une fusion du minerai dans du charbon ou du bois, à une température autour de 1000°C. Cette étape permet d'ôter les sulfures encore présents par évaporation et de faire réagir l'oxygène avec le charbon de bois pour l'évacuer sous forme de fumées de dioxyde de carbone. Il faut ajouter que la température atteinte par le four ne doit pas être trop élevée car une partie du plomb serait alors perdue par évaporation. Le plomb reste donc isolé et c'est ce produit que l'on nomme plomb d'œuvre. Celui-ci peut encore contenir des impuretés sous la forme de traces plus ou moins importantes.

$$PbO + CO \rightarrow Pb + CO_2$$

Le plomb en fusion coule en dehors du four par une ouverture, et à sa surface se forment un certain nombre de « crasses », nom donné au regroupement de toutes les impuretés restant dans le plomb d'œuvre. En effet, malgré ces processus, divers éléments chimiques peuvent ne pas avoir eu le temps de réagir et de s'éliminer. Les crasses pouvant parfois contenir encore du plomb, elles subissent généralement un retraitement afin de ne pas perdre trop de métal exploitable.
Il ne restera donc au fond du four que les « scories » qui sont également les déchets de l'opération de fonte c'est-à-dire à la fois du plomb n'ayant pas totalement fondu, des impuretés non éliminées ou encore des fragments de bois ou de charbons non consumés totalement. De la même manière que les crasses, ces scories seront retraitées dans un second temps, dans un four spécifique nommé « four à manche ».

[93] Cette oxydation peut aussi être nommée grillage ou encore calcination selon les ouvrages.

L'ensemble de ces opérations peuvent se dérouler dans un seul et même four ou au sein de différents fours employés successivement, selon leurs caractérisques et suivant les spécificités de chaque type de minerai exploité.
Enfin, il faut mentionner ici qu'à partir de la fin du XVIIe siècle et l'invention des « fours à réverbères » que nous évoquerons plus loin, la fabrication du plomb d'œuvre ne nécessite plus deux réactions chimiques successives mais une seule. Celle-ci se déroule au sein du même four et fait cette fois réagir l'oxyde de plomb se formant progressivement directement avec la galène encore présente.

$$PbS + PbO \rightarrow 2\ Pb + SO_2$$

L'auteur Tylecote[94] détaille l'évolution de ces fours passant progressivement d'un simple tas de bois sur lequel on pose le plomb, à l'emploi d'un four particulièrement élaboré et maçonné, « le four à réverbère » [95], à partir de la fin du XVIIe siècle. Son usage perdurera ensuite jusqu'à la fin de la période étudiée ici. Différentes étapes rythment cette évolution technologique.
Au XVIe siècle, l'emploi de simples aires de chauffe en extérieur est attesté puisqu'elles sont présentées par Agricola dans son traité métallurgique. Cependant, dès cette période, ces fours semblent déjà coexister avec les bas-fourneaux. Ainsi, on peut lire dans cet ouvrage, une description de ces installations : « *en creusant la terre, on fait des aires plus grandes et en forme de carrée, que l'on munit de murs de côté et au fond pour mieux retenir l'ardeur du feu […] lorsqu'il faut griller le minerai de plomb on, on le rassemble sur des aires du même genre, mais en pente, et les morceaux de bois sont placés au-dessus* »[96](FIGURE 33).
On assiste donc, dès le XVIe siècle, à la coexistence d'entassements en plein air et de « bas fourneau », four entièrement maçonné permettant une mise en contact direct du combustible et du minerai dans le four. La fermeture de l'espace de fonte par une voute permet une chauffe rapide et plus élevée, nécessitant moins de combustible, engendrant ainsi d'importantes économies.

[94] TYLECOTE 1976.
[95] Le four à réverbère comme son nom l'indique présente un ou des dômes rabattant la flamme et réfléchissant la chaleur pour accélérer le processus mais aussi une chambre de chauffe séparée des combustibles.
[96] AGRICOLA 1566, livre huit, p. 223.

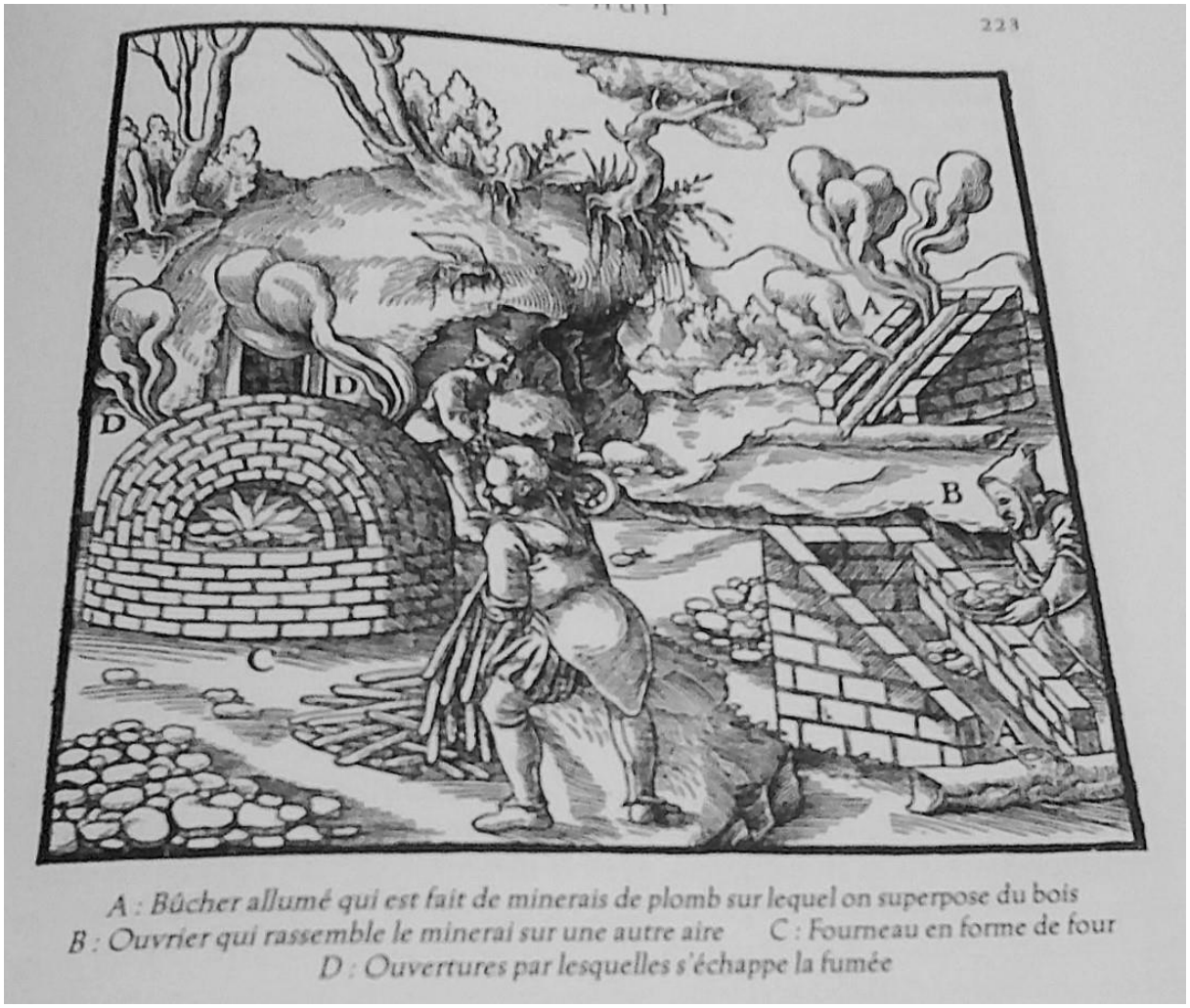


Figure 33 : Différents types de fours simples, bas-fourneaux, employés au XVIe siècle pour fondre le minerai de plomb et le couler en saumons (Agricola, 1556, p. 223)

Sur cette illustration retrouvée dans le manuscrit *De re Metallica*, 1556, apparaissent différents morphologies de bas fourneaux mais ceux-ci fonctionnent toujours suivant le même principe : une cavité interne commune pour le foyer et la fonte des minerais. On constate également la présence de coulées de minerai en fusion directement sur le sol, devant certains fourneaux. Ainsi, même si le principe général du fonctionnement des bas-fourneaux est constant, d'importantes variantes morphologiques pouvaient exister. Celles-ci devaient vraisemblablement dépendre des habitudes locales.

Puis le bas-fourneau se complexifie lentement pour aboutir au « haut-fourneau » permettant une meilleure chauffe, plus rapide et à des températures élevées, grâce à un procédé de chauffe déportée, c'est-à-dire avec foyer et aire de fonte du minerai séparés. L'historien des techniques, Bertrand Gille place cette innovation au XVe siècle : « *Placer la diffusion du haut fourneau, nouvel instrument de production et élément essentiel du procédé indirect, dans le premier quart du XVe siècle ne semble cependant pas faire trop de difficultés, dans la mesure même où cela concorde avec d'autres mutations techniques. […] dans la région de Liège. De là, le haut fourneau serait passé en France […] à l'extrême fin du siècle on le signale en*

Angleterre. Au XVIe siècle, il continuera, plus lentement, son périple, couvrant presque toute la France […] certaines régions ne le connaitront pas avant l'époque moderne »[97].

Les forces utilisées pour produire le départ du feu et l'alimenter suivent la même évolution que ces différents fours. Ainsi, les empilements extérieurs et les premiers fours fonctionnaient grâce à la seule force éolienne, tandis que par la suite, lorsque les fours se ferment peu à peu, la force hydraulique est privilégiée pour entrainer des soufflets. L'apparition du charbon comme combustible, à la place du bois, entre la fin du XVIIe et le début du XVIIIe siècle permet enfin de se passer en grande partie de ces forces annexes[98] puisque son rendement calorifique et sa mise à feu sont beaucoup plus aisés.
Il ne s'agit donc pas d'une révolution technologique à proprement parler mais bien d'innovations successives permettant une amélioration croissante des rendements d'exploitation.

L'invention du four à réverbère, un des différents types de haut-fourneaux ayant pu exister, proviendrait d'Angleterre à la fin du XVIIe siècle. Il s'agit d'un four en hauteur, présentant une cheminée et différentes portes d'accès à la sole[99] et à la zone de chauffe (FIGURE 34).

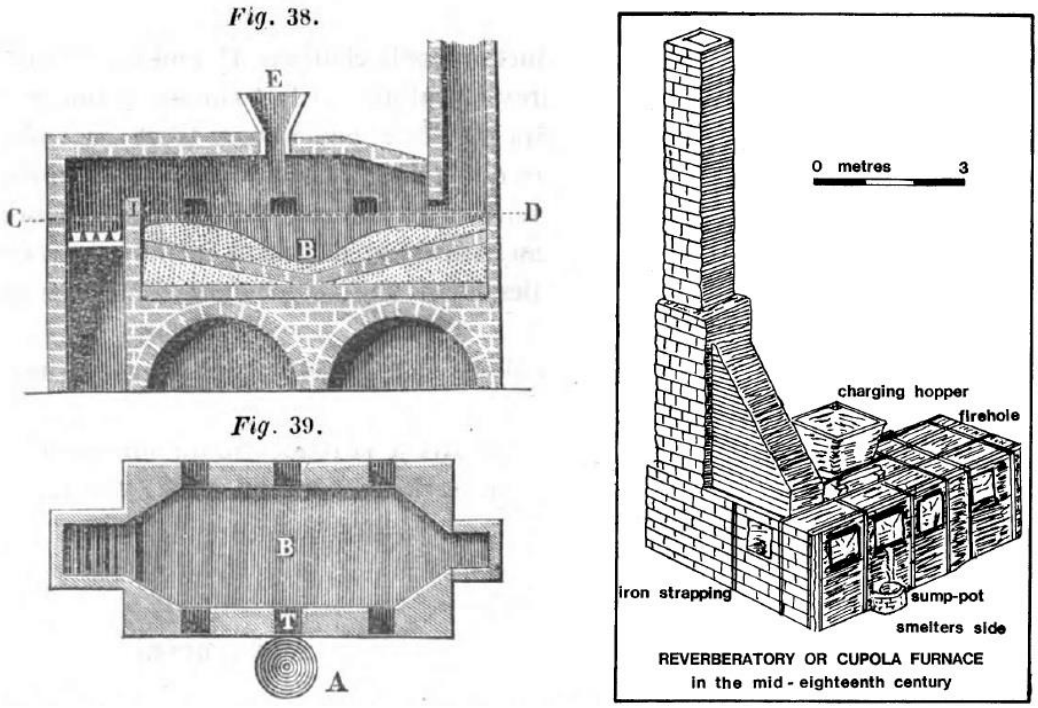


Figure 34 : Exemples de la structure d'un four à réverbère, type général (de gauche à droite : Landrin, 1857, fig. 38 et 39, p. 266 et Willies 1990, p. 6)

Ces deux zones sont donc séparées, contrairement à ce qui faisait au préalable dans les fours simples, où une alternance du minerai et du charbon ou du bois était installée. Cette nouvelle

[97] GILLE 1978, p. 622.
[98] WILLIES 1990, p. 2.
[99] La sole est le fond du four sur lequel est posé le minerai.

structuration permet de réduire les interactions entre les combustibles et les minerais à fondre et diminue ainsi fortement les quantités de charbon ou de bois encore présent dans les scories restant au fond du four. La morphologie interne des hauts-fourneaux pouvait varier localement mais ses principes généraux, structurel et fonctionnel, restent partout les mêmes.
D'après certaines sources écrites, il semblerait que les premiers fours de ce type aient été utilisés en France pour la fonte du plomb à partir de 1730.

Les auteurs Coste et Perdonnet, lors de leur voyage d'étude sur les procédés métallurgiques employés en Angleterre en 1830, détaillent l'emploi de ce type de four : « *Traitement four à réverbère : combustible Houille. La charge de minerai est de 16 quintaux (812 kg), on l'introduit par la trémie et on étend uniformément le minerai sur toute la partie inclinée de la sole, sans l'accumuler davantage vers le pont que vers la cheminée. On remplit la chauffe de charbon et on ferme toutes les portes. Deux heures après le commencement, on ouvre toutes les portes pour refroidir le fourneau. Un instant après, on les referme et on donne un second coup de feu, puis on mêle et on retourne le minerai avec la spadèle, en travaillant successivement aux différentes portes, d'un côté et de l'autre du fourneau. La matière est pateuse et le plomb ruisselle de toutes parts vers le creuset. Trois heures et demie après le début, la matière parait disposer à se liquéfier, on ajoute alors du spath fluor. Le chef fondeur en jette trois pelletées par chacune des portes de son côté, en commencant par celle qui est près de la cheminée et en finissant par celle du milieu. Il mèle le fondant et le minerai avec la spadèle, puis il referme toutes les portes et donne un troisième coup de feu. La matière ne tarde pas à entrer complètement en fusion. On ouvre alors le trou qui donne issue aux scories, celles-ci coulent en abondance le long d'un plan incliné sur le sol de l'usine et vont se rendre dans un creux placé au dehors. Dès que les scories ont fini de sortir du fourneau l'ouvrier ferme le trou au moyen d'une petite digue en chaux et il jette, par la porte du milieu, sur le bain de plomb, une brouetté de slack ou menue houille, pour sécher les scories riches restées dans le bain. Il ouvre le trou et le plomb coule dans le bassin*»[100].
On retrouve ici mentionnées les mêmes étapes que celles mises en œuvre dans les bas fourneaux pour oxyder puis faire fondre le plomb d'œuvre : une aération suivie d'une chauffe. Cependant, quelques innovations du XIXe siècle y apparaissent clairement. Il s'agit d'une part de l'emploi de houille comme combustible à la place du charbon ou du simple bois. D'autre part, on peut voir apparaitre le terme de « spath fluor » pour nommer la matière servant à accélérer le processus de fonte. D'importants progrès ayant eu lieu dans la chimie à cette période, il est intéressant de constater dans ces textes leur adaptation au sein des techniques métallurgiques.

On peut donc conclure ici que le traitement des minerais de plomb ne subit pas de profonde modification entre le XVIe et le début du XIXe siècle, ce qui est également relevé par de nombreux historiens des techniques et scientifiques, tel que l'archéologue industriel Maurice

[100] COSTE et PERDONNET 1830, p. 285.

Daumas : « *Plomb et cuivre étaient extraits de leurs minerais par grillage, puis par réduction et enfin par affinage, selon des procédés qui n'avaient pas bougé depuis le XVIe siècle* »[101].

Cependant on constate néanmoins l'apparition d'innovations dans ce processus, la principale étant l'amélioration continue des types de fours employés : « *On procéda par touches successives, en modifiant les appareils beaucoup plus que les procédés traditionnels qui restèrent à peu près les mêmes* »[102]. Les ouvriers ont donc constamment cherché la meilleure forme de four pour améliorer la vitesse de chauffe et ainsi maximiser le rendement de la fonte des minerais tout en réduisant les coûts en combustibles. Ces questions d'économie sont d'ailleurs au cœur des réflexions des savants du XVIIIe siècle qui étudient les métallurgies.

Enfin, selon la nature du minerai il lui faut parfois encore subir certaines purifications supplémentaires. Ainsi, il faut procéder à une « coupellation » si le minerai est de nature très argentifère afin de séparer l'argent du plomb d'œuvre avant sa commercialisation. Afin d'estimer si cette étape était nécessaire et économiquement rentable, des essais étaient menés sur des fragements des minerais extraits, directement sur leur lieu d'extraction. Le traité *De Re Metallica* d'Agricola atteste de ces pratiques : « *est habituel aussi d'essayer les métaux quand ils ont été fondus pour connaitre quelle proportion d'argent est contenue dans un quintal de cuivre ou de plomb […]. D'autre part nous pouvons calculer s'il est utile ou non de séparer un métal précieux d'un métal vil* »[103]. On apprend également, quelques lignes plus loin, que la méthode employée pour réaliser ces tests ne diffère de la fusion normale du plomb que par les très faibles quantités employées et l'usage d'un fourneau de taille réduite nommée fourneau d'essai.

La coupellation à proprement parler consiste à chauffer le plomb d'œuvre, sous forme de saumons, à très haute température ce qui a pour effet d'oxyder le plomb au contact de l'air et de le faire couler, mais n'affecte pas l'argent, ce dernier ayant une température de fonte largement supérieure : 961,8°C. Les ouvriers poursuivent cette opération jusqu'à ce que l'ensemble du plomb se soit évacué et qu'il ne reste qu'un « bouton » d'argent non oxydé au fond de la coupelle ou du creuset[104], qu'il est ensuite aisé de récupérer avec une cuillère. A la fin de cette étape deux produits sont donc isolés : de l'argent et du plomb qui sera ici nommé « litharge » une fois refroidie. Ces litharges seront ensuite directement fondues pour couler des saumons de plomb commercialisables, ou elles seront retravaillées dans un four spécifique, à manche, ou à cuve[105], afin d'extraire davantage d'argent si le minerai de départ en était particulièrement riche (FIGURE 35).

[101] DAUMAS 1979, p. 614.
[102] DAUMAS, cf supra.
[103] AGRICOLA 1556, livre sept, p. 179.
[104] Celui-ci peut être fait de cendres ou en terre cuite et il est produit directement par les métallurgistes eux-mêmes.
[105] Il existe donc trois types de fours : les bas fourneaux, des demi-haut-fourneaux tels les fours à cuve, à manche ou écossais, et enfin des hauts-fourneaux.

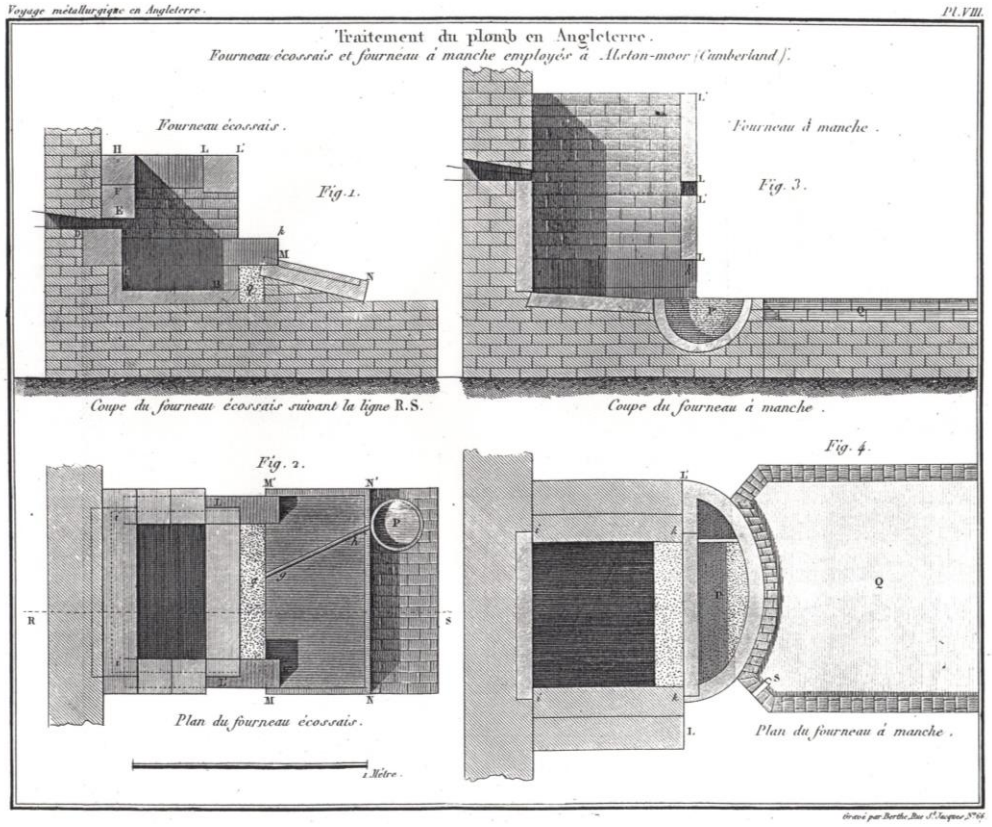


Figure 35 : Exemples d'un four écossais et d'un four à manche, en Angleterre (Dufrenoy et Beaumont, 1827, tome II, planche VIII)

L'argent pur récupéré était fondu puis coulé en lingots marqués de la marque de la fabrique, si l'on en croit le mémoire rédigé par Lavoisier en 1778 sur le travail du plomb aux mines de Poullaouen. Cependant, aucun détail du type de marque apposée n'est fourni dans ce document ou dans aucun autre retrouvé lors de cette recherche.

La désargentation du plomb, plus ou moins poussée, peut ainsi caractériser des modes opératoires régionaux, potentiellement repérables archéologiquement par la quantité d'argent retrouvée dans les lingots de plomb analysés (cf 3.3). Il faut toutefois garder à l'esprit que pour une même quantité d'argent retrouvée dans un lingot, deux explications très différentes peuvent en être la cause. Ainsi, dans le cas d'une très faible quantité de plomb, il ne sera pas forcément possible de savoir s'il s'agit du résultat d'une désargentation poussée ou si l'on est en présence d'un minerai initialement pauvre en plomb. Ce n'est donc qu'une fois les lingots rattachés à une région de provenance qu'il sera éventuellement possible de distinguer en leur sein ces variations technologiques.

Une fois le plomb d'œuvre retravaillé, les plombiers obtenaient du « plomb marchand », coulé ensuite en saumons[106] ou en tables de plomb afin d'être commercialisés. Les saumons pouvaient être produits directement par les exploitants de la mine avant leur vente, ou bien par les plombiers eux-mêmes mais les tables de plomb quant à elles n'étaient produites que par les plombiers. Cette multiplicité d'acteurs et de lieux entrant en jeu dans la fabrication et la vente du plomb est attestée historiquement, comme le démontre cette citation extraite de la *Description des Arts et Métiers* traitant des plombiers : « *Le travail des plombiers commence où finit celui des mineurs ; ces derniers après avoir tiré le plomb tout brut des mines qui le produisent, en séparent les matières étrangères et finissent par le couler dans des lingotières, pour lui donner une forme propre à pouvoir être transporté d'un royaume à un autre […] il est vendu aux marchands qui en font commerce. Les plombiers l'achètent en cet état* »[107].

2.2.2. Coulée des saumons

Une fois le plomb métallique obtenu, épuré et en fusion, il est donc nécessaire de le mettre en forme afin de pouvoir le commercialiser et le transporter. Cette étape est résumée rapidement dans le *Dictionnaire universel de commerce* de Savary des Brulons, publié en 1726 : « *Pour la fondre on la met dans un fourneau fait exprès, avec beaucoup de feu de charbon par-dessus, le plomb fondu coule par un canal ménagé à côté, et la terre, les pierres et les scories restent avec les cendres du charbon. On purifie le plomb en l'écumant avant qu'il soit refroidi, ou en y jetant du suif et d'autres sortes de graisse. Les moules ou on le reçoit ont la forme de saumons ou de navettes ; ce qui donne ces noms au masse de plomb qu'on en tire* »[108].
On y apprend donc qu'il faut encore épurer le plomb coulé, notamment en y passant un écumoire et en utilisant les propriétés du suif ou d'autres graisses qui s'associent de manière préférentielle avec les déchets non recherchés du plomb formant ainsi des amas en surface faciles à récupérer. Cette couche est mise de côté pour pouvoir ensuite être retraitée et ainsi, extraire le maximum de plomb qu'elle contient encore (ANNEXE 5).

Un ouvrage, publié un siècle plus tard, présente la même technique d'écumage du plomb et de refonte des crasses : *Lorsque le métal a cessé de couler dans le bassin l'aide placé de l'autre côté du fourneau retire, avec un râble, par la porte du milieu de la paroi opposée à celle du fondeur, les scories séchées et riches. Des crasses forment une épaisse croute à la surface du bain de plomb contenu dans le bassin. L'ouvrier les enlève avec une pelle percée de petits trous ronds, il les presse entre la pelle et une barre de fer fixe qui traverse le bassin afin d'en exprimer une partie du plomb ; puis il les rejette dans le fourneau près du pont ; bientôt le*

[106] L'appellation saumon est historique mais n'a pas perduré car aujourd'hui on parle de lingots de plomb. Aussi, dans nos propos, nous emploierons plutôt le terme historique lors de l'étude des vestiges archéologiques et des sources documentaires, et le terme de lingot pour des propos plus généraliste.
[107] BERTRAND 1786, p. 446.
[108] SAVARY DES BRULONS 1726, p. 876.

plomb qu'elles contiennent se liquéfie et coule dans le creux de la sole d'où on le fait passer dans le bassin. Le fondeur ou son aide verse le plomb avec des poches dans des lingotières ; il continue ensuite à recueillir des crasses qui se forment à la surface des nouvelles portions de métal réduit ou sur les saumons, dans les lingotières, et les traite comme les précédentes, jusqu'à ce que enfin la quantité en devienne très petite. La refonte des crasse dure une heure à une heure et quart. Puis fonte dans un autre fourneau des scories riches récupérées lors de la première fonte pour faire de nouveaux lingots »[109].
Le travail de récupération des déchets et d'épuration maximale du plomb coulé en saumons est donc particulièrement chronophage mais permet d'importantes économies puisqu'il limite les pertes de métal à vendre.

On comprend également, par ces descriptions, que le plomb tombant au fond du moule, se retrouvera en réalité, une fois démoulé sur le dessus du saumon de plomb. En effet, la zone sur le dessus du moule, en contact avec l'extérieure, est plane et est la plus large, afin de faciliter l'extraction du saumon de son moule. Elle sera par la suite la « base » sur laquelle il pourra être posé à plat sur le sol. Par conséquent, lorsque nous parlerons dans cette recherche des saumons de plomb, nous distinguerons la face inférieure, soit la base du plomb et la face supérieure ou le sommet d'après leur sens de pose et de transport et non celui de leur coulée[110].

Ce principe de coulée des saumons de plomb s'applique quel que soit le type de moule employé. Cette précision est nécessaire car plusieurs sortes de moules semblent avoir existé : les moules creusés directement dans le sol (sable ou terre) et ceux façonnés (en terre cuite puis en métal). Toute la question est de savoir s'ils ont cohabités, et relèvent donc plutôt des usages d'une région ou d'un plombier en particulier, ou s'il s'agit d'une évolution chronologique avec le passage des moules aménagés dans le sol aux modelés.
Observons maintenant l'une des planches du traité *De re Metallica*, rédigé par Agricola et publié en 1556 (FIGURE 36).

[109] COSTE et PERDONNET 1830, p. 285.
[110] Les dénominations précises des parties des saumons seront présentées en détail dans le paragraphe qui leur est consacré (cf 4.1.1).



Figure 36 : Fonte des minerais de plomb et coulées de saumons de plomb directement dans des trous creusés à même le sol (Agricola, 1556, p. 125)

Sur cette illustration cohabitent des fours pour lesquels le plomb fondu se déverse directement sur le sol, et d'autres présentant des moules creusés. Ces saumons de plomb créés sont appelés « pains de plomb » ou « galettes » par l'auteur et on peut voir en H, au bas de la planche, la forme qu'ils possèdent une fois démoulés. Le texte accompagnant cette planche est particulièrement clair quant au mode d'emploi de ces fours sans moules associés : « *En Westphalie, on accumule 10 charriots de charbon dans un lieu tel que l'endroit ou la pente d'une colline rejoint la plaine. On procède de façon que le dessus du tas soit plat pour recevoir un lit de paille de trois à quatre doigts d'épaisseur, sur lequel on étale autant de*

minerai pur de plomb que le tas peut en supporter. Ensuite le charbon est enflammé et le feu attisé par le souffle du vent afin qu'il fonde le minerai : avec cette façon le plomb fondu s'écoulera du tas sur le sol plat au pied de la colline en larges masses, pas très épaisses »[111]. On retrouve bien ici l'emploi du procédé le plus simple à mettre en œuvre, déjà mentionné auparavant, à savoir l'empilement alterné de bois ou charbon avec du minerai et la coulée directement au sol du plomb fondu. Il est donc aisé de comprendre à quel point la métallurgie du plomb a dû être précoce car elle s'avère excessivement facile à mettre en œuvre.

Mais parallèlement, apparaissent déjà sur cette illustration, des creux dans le sol permettant de couler des saumons de plomb d'après une forme prédéfinie. L'auteur Agricola ne fait d'ailleurs pas que dessiner cette méthode, il l'évoque également dans son texte : « *il faut faire à l'extérieur de chaque fourneau un trou rempli de sable tassé […] C'est ainsi que l'on fera le creuset, qui doit recevoir le métal qui coule hors du fourneau* »[112].

La précision de l'origine géographique des procédés illustrés ci-dessus, témoigne de la variété régionale des processus de fonte et des outils employés pour cela. Malheureusement, il est archéologiquement très difficile de repérer ces différents procédés à partir des saumons de plomb eux-mêmes. En effet, il faudrait pouvoir quantifier chimiquement la « signature » de ces procédés, pour tenter ensuite d'en retrouver la trace au sein du mobilier en plomb étudié. Or, il faudrait pour cela avoir recours à de très nombreuses expérimentations archéologiques et connaitre avec certitude la provenance d'un minerai, puisque de celle-ci dépend également sa composition chimique interne. Il s'agit donc plutôt d'une piste de recherche qui serait à développer par la suite. La seule précision technologique relativement aisée à donner est la distinction entre un moule en sable, en terre cuite ou en métal car comme nous l'avons vu, cette différence de surface de contact entre le plomb et son moule impacte directement la structure et l'aspect du plomb une fois refroidi et cela peut être repéré par des observations microscopiques (FIGURE 18).

D'autres mentions de l'usage de moules directement creusés dans le sol existent plus tardivement, prouvant du même coup la persistance de ce procédé tout au long de la période étudiée ici. Ainsi, Manuel Roret, dans son ouvrage *Nouveau manuel complet du mécanicien* publié en 1854, évoque explicitement l'emploi d'un moule creusé directement dans le sol : « *Sur le côté du fourneau est un égout dans lequel le plomb fondu se moule, dans le sable, en saumons* »[113].

Il est donc impossible de parler ici d'une évolution technologique puisque le procédé le plus simple perdure, cependant on constate en parallèle, l'apparition progressive, de moules façonnés, en durs et réutilisables. La date exacte de leur première apparition n'est pas connue à ce jour mais ils sont déjà attestés dès le XVIe siècle puisqu'on les retrouve mentionnés dans le traité *De Re Metallica* : « *avec le plomb argentifère versé dans des creusets de fer, on forme aussi des pains qui sont fondus dans le second fourneau pour séparer l'argent du*

[111] AGRICOLA 1556, livre huit, p. 322.
[112] Idem, p. 292.
[113] RORET, 1854, chapitre 2, p. 14.

plomb »[114]. Le chercheur Lynn Willies quant à lui, dans son ouvrage sur la fonte du plomb au Derbyshire, évoque le milieu du XVII[e] siècle pour l'apparition de moules en fer forgé[115]. Cependant, aucune de ces deux mentions ne précise la forme exacte prise par ces moules.

Le peintre, David Allan, dans sa série de travaux sur le travail du plomb, montre quant à lui un troisième type de moule : une coulée de saumons de plomb dans des moules fixes et maçonnés en pierre (FIGURE 37).



Figure 37 : Coulée d'un saumon de plomb au XVIIIe siècle, dans un moule en pierre fixe (David Allan, 1780, National Galleries Scotland)

On constate sur cette peinture que les saumons de plomb produits sont particulièrement allongés et semblent avoir une section demi-circulaire. De plus, on aperçoit deux ouvriers employés à couler le saumon, le premier versant le plomb en fusion dans le moule grâce à une louche, et le second utilisant une sorte de râble afin de lisser la surface du saumon et d'en ôter les crasses en surface. Le travail du plomb apparait donc à cette date encore largement manuel.

D'autres formes de moules façonnés existent aussi à cette période, notamment rectangulaires, tel que celui que l'on aperçoit au premier plan de la planche XIV de l'ouvrage *Descriptions des Arts et Métiers* (FIGURE 38) et ceux-ci impliquent donc l'existence de plusieurs morphologies de saumons sur une même période comme nous le verrons plus tard (cf 4.1.1.)

[114] AGRICOLA 1556, livre huit, p. 333.
[115] WILLIES 1990, p. 16.

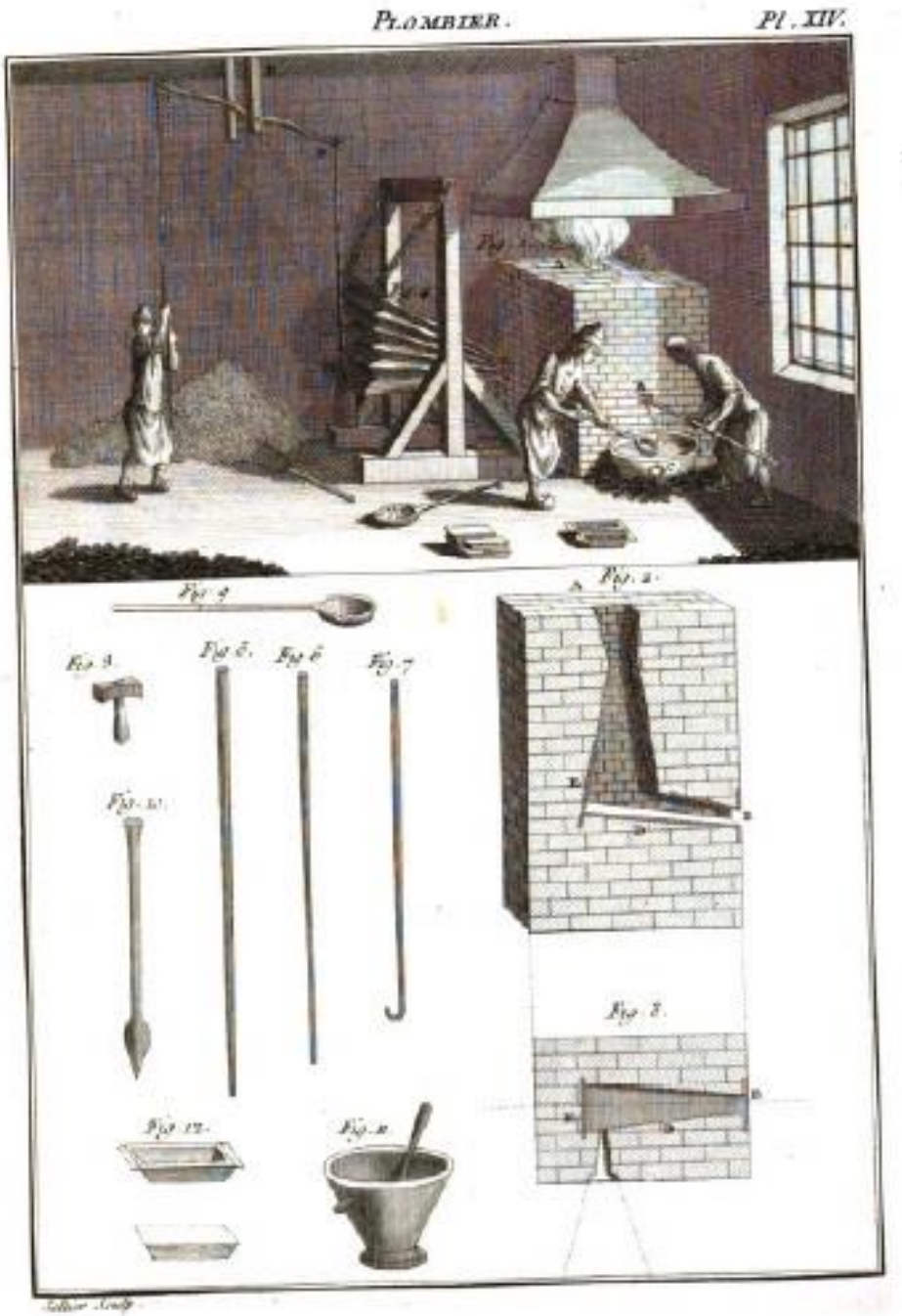


Figure 38 : Planche présentant la refonte des crasses de plomb en lingots rectangulaires (Bertrand 1781, planche XIV)

Les saumons produits par ce moule sont donc totalement différents. Ils sont assez petits, de forme rectangulaire et de section trapézoïdale. Dans l'explication des planches fournie par l'ouvrage, on apprend qu'il s'agit ici de la représentation de la refonte des crasses de plomb, récupérées par les plombiers lors de l'étape précédente de coulée des tables ou saumons de plomb.

Cette différence morphologique en fonction de la pureté du lingot se retrouve également dans la planche Ière d'un traité sur le plombier rédigé probablement au XVIIIe siècle mais dont l'auteur et la datation exacte sont inconnus (FIGURE 39).

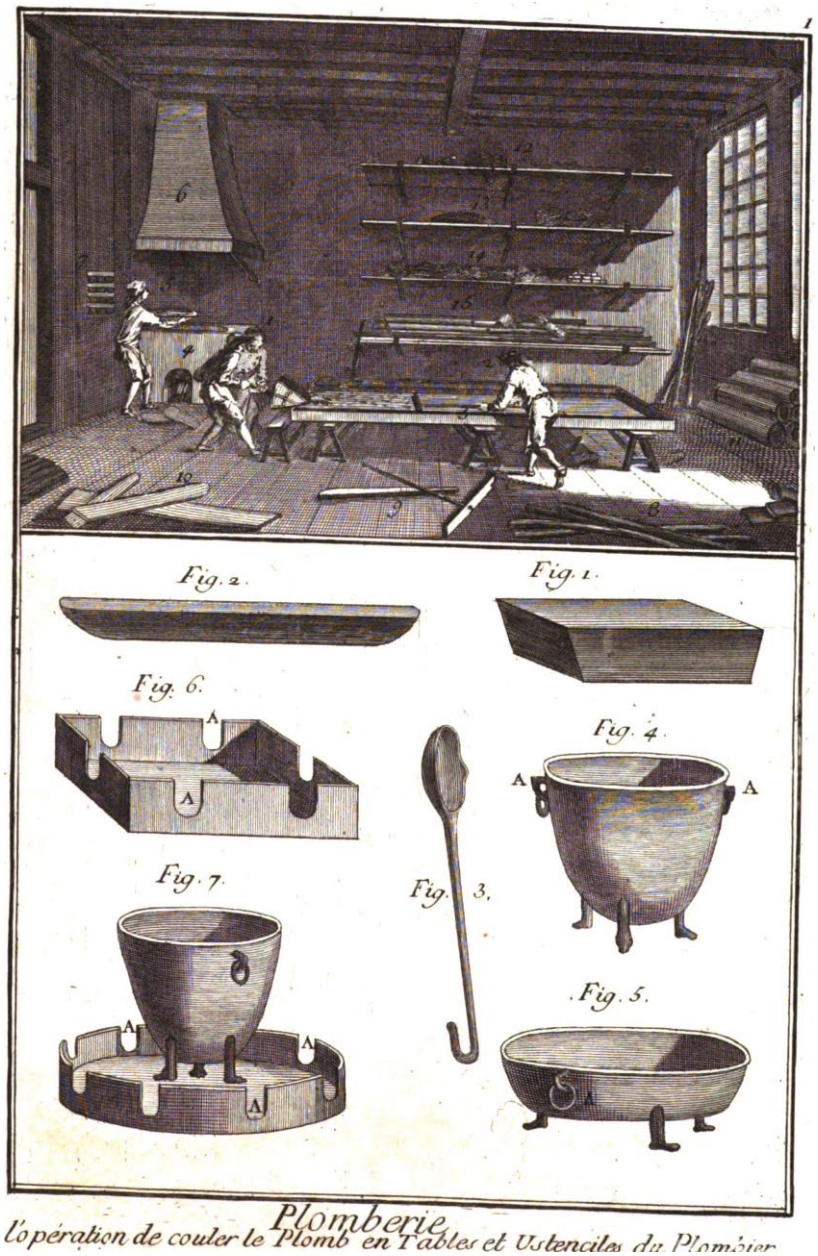


Figure 39 : Atelier du plombier : coulée de tables de plomb, outils et saumons de plomb (Inconnu, XVIIIe, planche Ière)

Sur cette planche, apparaissent en figures 1 et 2, les deux morphologies de saumons déjà identifiées sur les illustrations précédentes.

On peut donc imaginer qu'il était probablement d'usage d'adapter la morphologie des plombs à leur qualité afin qu'elle puisse être identifiée facilement par les acheteurs.
Cette information, si elle se confirmait archéologiquement, serait particulièrement précieuse afin d'identifier rapidement s'il l'on est en présence d'un transport de plomb primaire, de bonne qualité marchande, ou d'un circuit secondaire. Cela pourrait apporter un témoignage direct d'implications économiques totalement différentes. Ce questionnement sera donc reprit ultérieurement lorsque les saumons de plomb archéologiques seront détaillés et lors de leur analyse chimique (cf 3.3).

Un changement important dans la production des saumons de plomb apparait toutefois à la fin de la période étudiée ici (XIXe – XXe siècle), avec la généralisation des moules métalliques et l'automatisation du travail du plomb : les moules à remplir défilent devant le plombier (FIGURE 40).



Figure 40 : Industrialisation des coulées de lingots de plomb (Watkins, San Francisco, 1867)

Comme on le voit sur cette photographie, les moules employés à cette période sont très différents de ceux présentés par Agricola. En effet, ils présentent tous une forme allongée, qu'on nommera pour ce travail parallélépipédique, une section demi-circulaire ou trapézoïdale ainsi que des plats-bords (FIGURE 41).

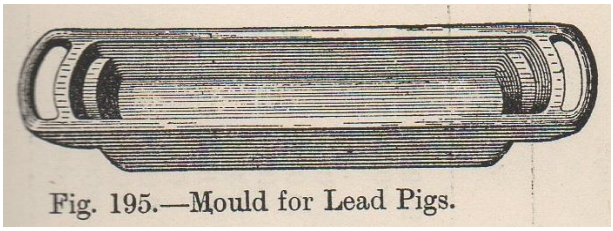


Figure 41 : Moule pour saumons de plomb de section demi-circulaire et présentant un plat-bord de préhension à ses extrémités (Collins, 1910, fig. 195, p. 263)

Cependant aucune source écrite ne mentionne le début de l'emploi de ce type de moule. Il est donc difficile, d'après les seules sources documentaires de dater le passage des formes de saumons larges[116] du XVIe siècle à celles allongées[117] de la fin du XIXe siècle. L'apport de l'étude archéologique des lingots de plomb, découverts et datés, sera donc primordial pour analyser ces changements morphologiques. Il est en tous cas compréhensible qu'une telle

[116] Ces formes larges peuvent être circulaires, ovales ou en demi-coque comme nous le verrons ci-après.

[117] Les formes allongées quant à elles correspondent aux lingots parallélépipédiques demi-circulaires ou trapézoïdaux.

évolution des formes ait vue le jour car l'allongement et surtout la présence de plat-bord rend les lingots beaucoup plus facile à empiler et à attraper pour leur transport.

Ainsi, malgré le maintien de la technique de coulée des saumons de plomb et des moules creusés au sol tout au long de la période étudiée ici, quelques innovations sont à noter dans cet ensemble technique telles que l'apparition progressive de moules façonnés, dès le XVIe siècle, ou encore l'automatisation au XIXe siècle du processus de coulée.

Enfin, une dernière étape est à réaliser avant la sortie des saumons de l'atelier et leur commercialisation : il s'agit d'un contrôle de leur masse et potentiellement de leur pureté. En effet, pour un même volume, un plomb pur sera plus dense qu'un plomb contenant des impuretés. A ce jour, presque aucun document écrit détaillant cette pratique n'a pu être retrouvé mais le tableau de David Allan datant de la fin du XVIIIe siècle l'illustre parfaitement (FIGURE 42). Le titre de ce tableau est d'ailleurs explicite puisqu'il s'intitule : *The Weighing And Valuing Of The Lead*, ce qui signifie la pesée et l'estimation de la valeur du plomb.



Figure 42 : Pesée et évaluation des saumons de plomb avant leur sortie de l'atelier (David Allan, 1780, National Galleries Scotland)

Sur ce tableau apparaissent au fond et sur la balance, des saumons de plomb très allongés, de forme parallélépipédique, voire de barre. On remarque également un certain nombre de personnages bien vêtus et chapeautés, ce qui les distinguent des plombiers, et dont deux d'entre eux tiennent un registre manuscrit des pesées effectuées. Sur le site internet du musée présentant ce tableau, les « National Galleries Scotland », il est précisé en notice que la pesée était réalisée par une compagnie officielle, mandatée par le propriétaire de la mine[118]. Ainsi,

[118] https://www.nationalgalleries.org/collection/artists-a-z/a/artist/david-allan/object/lead-processing-at-leadhills-weighing-the-lead-bars-ng-2837

même si le détail exact des modes de pesée et de contrôle des saumons de plomb n'est pas donné ici, on comprend l'importance que cette étape devait revêtir pour le commerce du plomb.
Nous comprenons également que les saumons étaient vendus d'après leur poids et non à l'unité, ce qui implique qu'ils soient contrôlés pour éviter les abus et attester de leur valeur. Ces attestations devaient pouvoir être vues par tous les acteurs de la commercialisation du plomb brut et ainsi, des poiçons ou marques devaient être apposées sur les lingots lors des contrôles. Les vestiges archéologiques présentent d'ailleurs, pour une très large majorité, des poinçons sur au moins l'une de leur surface, témoignant indirectement de cette pratique. La question de l'interprétation de ces marques sera traitée plus loin, au sein du paragraphe détaillant l'étude des lingots archéologiques (cf 4.1.1).

2.2.3. Coulée des tables de plomb

Le plomb marchand peut également être coulé sous la forme de feuilles planes de plomb, nommées « plomb en tables » ou « tables de plomb » dans les sources écrites de l'époque. Il s'agit de la deuxième forme sous laquelle ce métal pouvait être commercialisé, bien que la grande majorité des échanges soit représentée par les saumons. Ces tables de plomb pouvaient être coulées directement à la sortie des usines liées aux mines de plomb, ou plus tardivement dans des plomberies, à partir de saumons fondus.

Le principe général permettant la création de ces tables est de laisser couler, sur un support incliné, le plomb en fusion, et d'évacuer ensuite le surplus afin d'obtenir une feuille lisse de l'épaisseur souhaitée. Cette épaisseur pouvait être modulée par plusieurs systèmes que nous allons présenter. Pour parvenir à ce résultat, les plombiers pouvaient user de deux techniques, similaires dans leur principe de mise en œuvre, mais différant par le type de moule employé. Ainsi, la coulée des tables pouvait être effectuée sur sable ou sur toile.
Nous présenterons donc dans un premier temps la coulée sur sable, technique la plus largement employée, puis dans un second temps, celle sur toile.

Contrairement aux saumons, les informations disponibles ici ne proviennent que d'ouvrages tardifs, des XVIIIe et XIXe siècles, car dans son traité Agricola s'arrête à la fonte du minerai et ne détaille pas sa mise en forme. Aucun autre document de cette époque traitant de ce sujet n'a été retrouvé à ce jour. Cependant, on sait, d'après les inventaires des arsenaux notamment, que du plomb en table était déjà commercialisé et utilisé dès le XVIe siècle. Il parait donc envisageable que ces techniques aient déjà existé à cette époque tant leur mise en œuvre est simple comme nous allons le voir maintenant.

La matière première des plombiers pour produire ces tables est la fonte de lingots de plomb. C'est ce que l'on retrouve précisé dans cette citation issue des *Descriptions des Arts et Métiers* : « *La chaudière est ronde et concave […] il est impossible qu'elle ne reçoive des secousses quand on met dedans les saumons. Elle a environ deux pieds et demi de diamètre, sur un pied et demi de profondeur ; et au moyen de ces dimensions, elle peut contenir environ trois milliers de plomb* »[119]. La contenance de ces chaudières pour fondre le plomb en saumons pour le couler ensuite en tables ou en tuyaux était donc particulièrement importante, témoignant implicitement des volumes de production qui étaient exigés des plombiers pour répondre aux besoins constants en plomb.
Une fois la chaudière remplie de saumons ou de vieux plomb[120], le feu était allumé en-dessous, mais également au-dessus afin d'augmenter la vitesse de fonte du plomb. Des saumons de plomb supplémentaires étaient également installés sur le feu, au sommet de la chaudière, afin qu'en fondant ils communiquent leur chaleur aux plombs en-dessous et provoquent leur fonte.

En ce qui concerne la coulée sur sable de la table elle-même, un grand nombre de dictionnaires et de traités datant du XVIIIe et du XIXe siècle présentent cette technique de manière très précise. Ainsi, dans le *Dictionnaire Universel de Commerce*, datant de 1726 on peut lire à l'entrée du terme « plombier » : « *Assez près de la fosse est la table sur laquelle le plomb doit se jeter ; elle est ainsi placée pour la commodité du service et pour y verser plus promptement le métal quand il est fondu. Cette table qu'on appelle quelque fois le moule, est faite de grosses pièces de bois bien jointes et liées de barres de fer par les bouts, soutenue par deux ou trois trétaux : autour règne une espèce de chassis ou bordure aussi de bois de 2 à 3 pouces d'épaisseur, et d'un pouce ou deux d'élévation au-dessus de la table. La largeur ordinaire des tables est de 3 à 4 pieds ; leur longueur de 18 à 20 pieds. Sur la table est du sable très fin qu'on prépare en le mouillant avec un petit arrosoir et le labourant avec un bâton et ensuite pour le rendre uni et égal on le bat avec un maillet plat et l'on plane avec une plane ou plaque de cuivre. Au dessus de la table est le rable qui porte sur les bords du chassis qu'en terme de l'art on appelle les éponges ; il est de bois, haut et fort à discrétion entaillé des deux bouts qui sont appuyés sur les éponges, en sorte qu'il reste entre lui et le sable plané une distance proportionnée à l'épaisseur qu'on veut donner à la table de plomb ; ce rable sert à pousser le métal encore liquide jusqu'au bout du moule. Au haut de la table est une poele de fer de figure triangulaire, qui n'a des bords que par derrière et aux côtés, afin qu'elle se vide plus aisément quand on la veut verser, elle pose pardevant sur la table même et par derrière sur un trétaux plus bas que la table, afin qu'en cette situation elle puisse contenir le métal, n'ayant point de bord pardevant pour le retenir. Il y a de ces poeles capables de recevoir de quinze et seize livres de plomb et plus. Tout étant ainsi disposé on puise avec une grande cuillère de fer dans la fosse ou le plomb est en fusion, le métal pêle mêle avec le charbon pour en remplir la poele triangulaire, et lorsqu'elle en est pleine on en*

[119] BERTRAND 1781, p. 448.
[120] Le vieux plomb correspond au mélange de plusieurs plombs usagés, refondus et coulés ensemble dans un lingot. Il s'agit de plomb recyclé.

ôte le charbon et l'on nettoie le plomb avec une autre cuillère de fer percée en forme d'écumoir ; puis on lève la queue de la poele, et le métal liquide coulant et se répandant sur le moule, le plombier le conduit et le pousse jusqu'au bout avec le rable posé sur le champs sur les éponges, ce qui le rend partout d'une égale épaisseur. Les tables ainsi jetées on les déborde, c'est-à-dire, qu'on les dresse des deux côtés avec des planes à déborder »[121].

Cette description particulièrement minutieuse et détaillée peut être synthétisée de la manière suivante :

- Préparation du moule de sable : arrosage, labourage, passage du râble et de la plane pour le lissage
- Création des fossés au bout du moule pour récupérer les surplus de plomb fondu
- Récupération du plomb fondu dans une cuillère et transport jusqu'à la poêle au bout du moule
- Coulée : inclinaison de la poêle et renversement du plomb contenu sur le moule
- Egalisation de l'épaisseur de la table : passage du râble afin de pousser le plomb en fusion sur tout le moule, à une épaisseur donnée
- Evacuation du surplus de plomb dans les fossés
- Découpe des bords de la table à la serpette, pour la détacher du moule et des surplus
- Roulage de la table : utilisation d'un levier soit un bâton de bois afin de rouler la table sur elle-même, emploi d'une batte plate si besoin

Ces descriptions écrites, très précises, étaient parfois complétées par des planches iconographiques. Celles-ci sont particulièrement précieuses afin d'observer d'éventuelles évolutions dans l'outillage employé.

L'ouvrage rédigé par l'Abbé Lagardette en 1773 est à ce titre remarquable puisqu'il détaille non seulement les procédés mis en œuvre, mais aussi la terminologie ou encore les outils couramment employés par les plombiers pour l'ensemble de leur travail. On retrouve donc une planche entière illustrant l'ensemble des étapes de la coulée d'une table de plomb sur sable à savoir, la préparation du moule (mouillage du sable suivi du passage du râble, et de la plane) puis la coulée du plomb en fusion (récupération du plomb fondu et passage dans la poêle) (FIGURE 43). Les outils mis à l'œuvre sont également représentés individuellement dans la partie inférieure de l'image.

[121] SAVARY DES BRULONS 1726, p. 886.

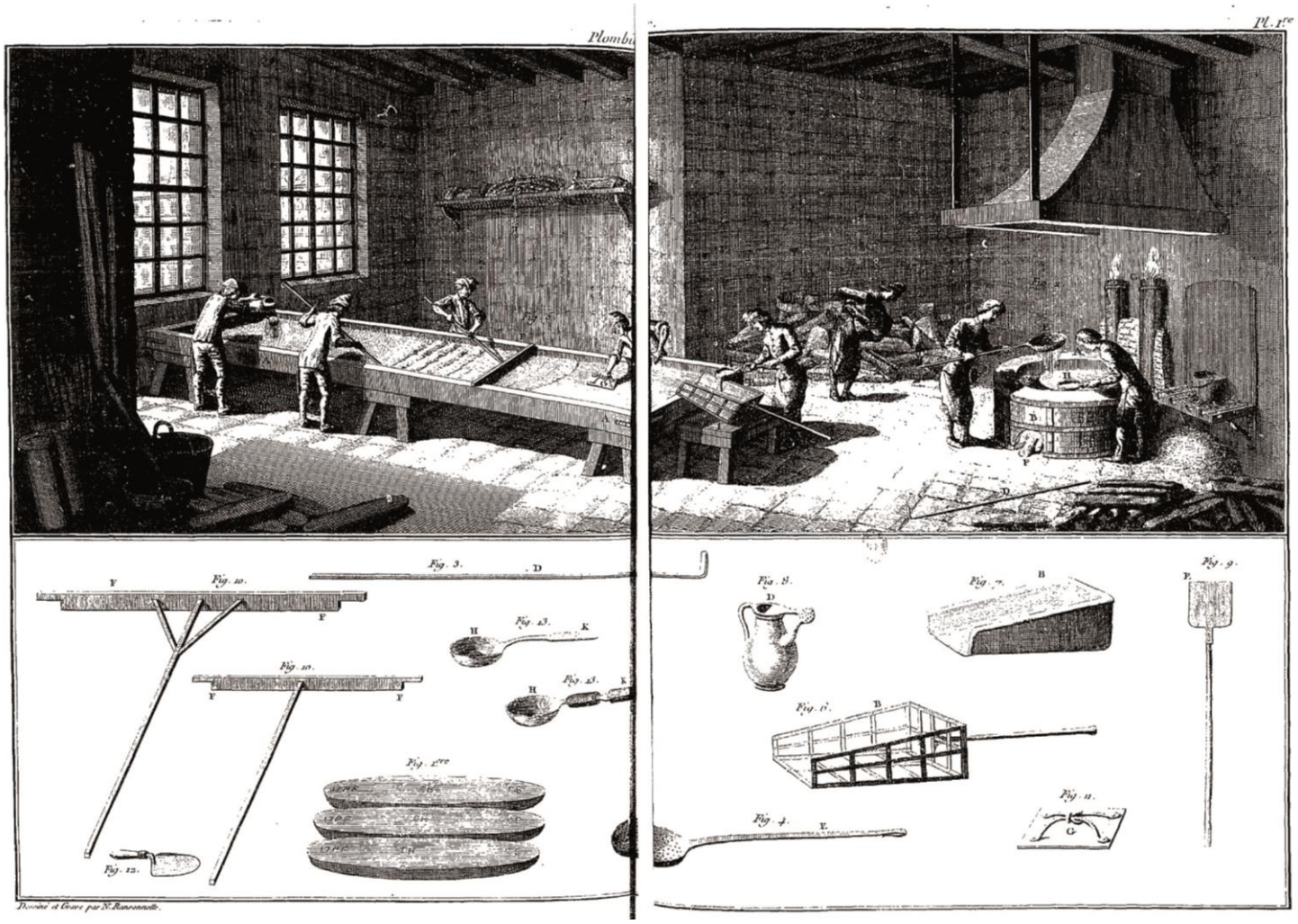


Figure 43 : Atelier du plombier, coulée d'une table de plomb sur sable (Lagardette, 1773, planche Ière)

On retrouve ainsi de gauche à droite les râbles, les saumons de plomb à fondre, les louches de versement, l'écumoire pour ôter les crasses du bain de plomb, l'arrosoir, la poêle pour verser le plomb en fusion sur le moule, la plane en cuivre et enfin une pelle.

Les tables coulées sur sable avaient donc des dimensions établies par les plombiers eux-mêmes par la confection du chassis de bois, mais aussi par l'épaisseur laissée entre le râble et le moule de sable, soit suivant la hauteur des bors du chassis. D'après les sources écrites, la majorité des feuilles coulées par cette méthode mesuraient autour de trois millimètres d'épaisseur, soit environ une ligne, mais d'autres productions restaient possibles suivant les commandes reçues.

Une fois la table de plomb coulée, elle était enroulée sur elle-même par le biais d'un bâton inséré en son centre, avant qu'elle ne refroidisse totalement. Cette mise en forme rendait plus aisé le déplacement de ces feuilles pouvant peser très lourd. Cette manipulation se faisait à deux plombiers, l'un tenant le bâton, l'autre marchant sur la table de plomb pour mieux l'arrondir (FIGURE 44).

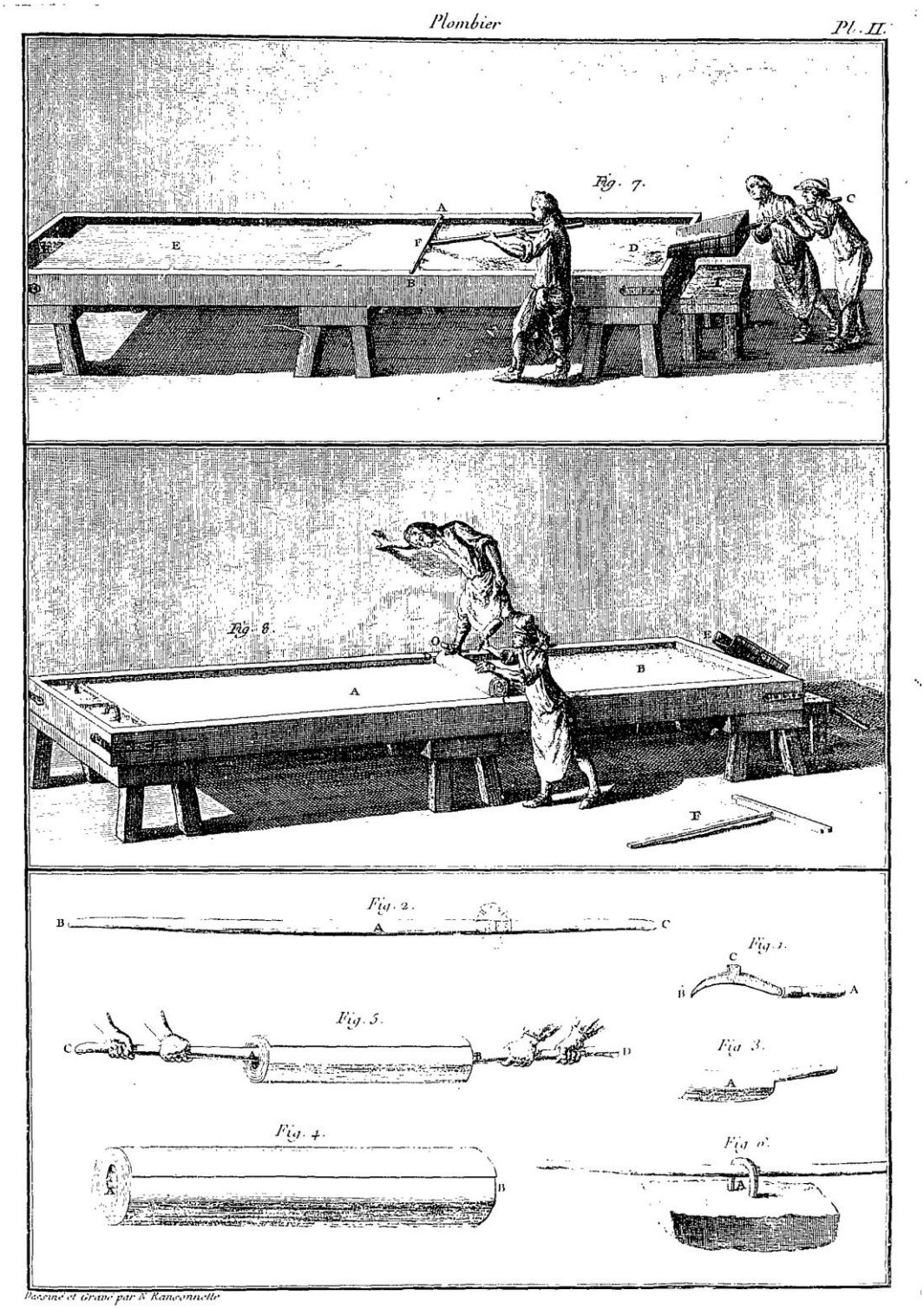


Figure 44 : Atelier du plombier, coulée et roulage de la table de plomb (Lagardette, 1773, planche II)

Ici sont présentés en bas de la planche le bâton servant à rouler la feuille de plomb, une serpe pour couper le surplus de plomb, la batte en bois pour frapper sur la feuille de plomb et l'arrondir, le rouleau de plomb, ou plomb en table, créé et enfin, le retrait du supplément de plomb restant.

Au cours des recherches menées pour cette thèse, une usine anglaise coulant encore ses tables de plomb sur sable a été découverte. Il s'agit de l'usine Norman and Underwood, créée en 1825 (FIGURE 45). Sur leur site web on peut visionner une vidéo de cette coulée, ce qui fait revivre les informations théoriques fournies par les sources documentaires anciennes[122]. Il est intéressant de constater, qu'encore de nos jours, certains plombiers font le choix de travailler le plomb sur un moule en sable, preuve que cette technique devait être la plus performante pour le résultat souhaité.



Figure 45 : Plombiers en train de passer des planes sur le sable avant de couler la table de plomb dans le moule (photo usine Norman and Underwood)

La deuxième technique qui pouvait être employée pour couler une table de plomb est la coulée sur toile. Celle-ci est privilégiée pour réaliser des feuilles de plomb extrêmement minces. Là encore, ce sont les dictionnaires encyclopédiques et les traités à vocation scientifique du milieu du XVIIIe et du début du XIXe siècle qui nous apportent la majorité des données connues de nos jours. L'ouvrage *Descriptions des arts et métiers* en fournit une explication détaillée[123]. Deux sortes de moules à toiles coexistaient : le premier support était bordé par un châssis des deux côtés et pouvait donc être utilisé avec le même type de râble que celui employé sur sable ; le second par contre, n'était fermé que sur un côté, entrainant par la même occasion l'adaptation du râble à cette morphologie particulière. Ce dernier était donc assemblé par trois morceaux de bois pour former une sorte de caisse pouvant retenir le plomb fondu avant que l'on se décide à le faire couler sur la toile.
A l'extrémité du moule, une lingotière était suspendue pour récupérer le surplus de plomb. Il est aussi précisé qu' « *il faudra mettre une étoffe ou drap entre la table du moule et la toile où le plomb doit être coulé qui fera le même effet que le sable* » et qu'une attention toute particulière doit être portée à la tension du drap et de la toile afin de ne pas ralentir le plomb lorsqu'il coulera dessus. Toujours dans cette optique, la toile était préalablement graissée et le moule penché avec une « *pente d'environ douze ou quatorze pouces, au lieu de deux* » pour

[122] http://www.nandu.co.uk/about-us/lead-casting/
[123] BERTRAND 1781, p. 461-463.

encore améliorer la vitesse de glisse du plomb fondu. C'est grâce à cette rapidité d'exécution que les feuilles de plomb produites pouvaient être plus fines que celles coulées sur sable.

Dans le cas du moule bordé sur un seul côté, le râble était posé tout en haut, avec une planche glissée entre lui et la toile, afin de servir de fond et bloquer le plomb fondu à l'intérieur au début de l'opération. Puis, une fois que le plombier décide de couler la table, le fond est retiré et le râble déplacé sur toute la longueur du moule afin que le plomb recouvre très brièvement la toile et forme une feuille mince (FIGURE 46).

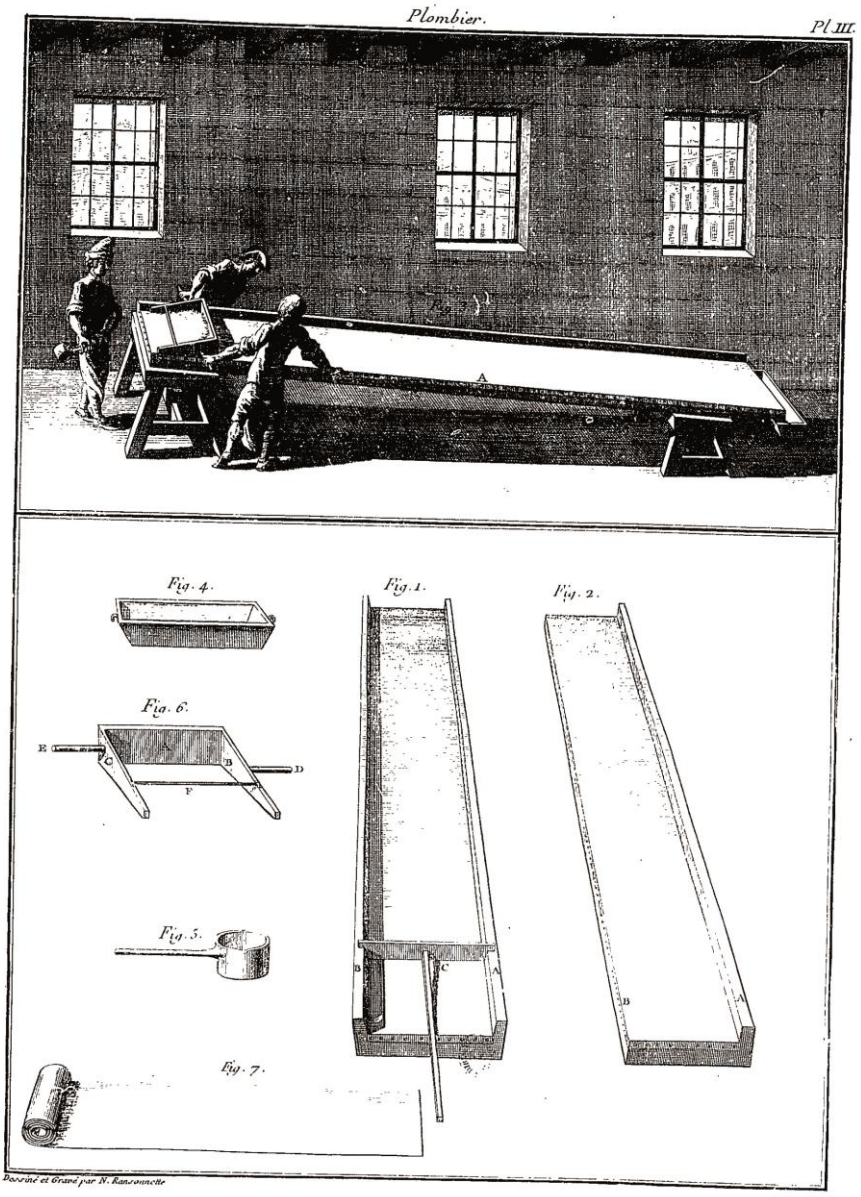


Figure 46 : Atelier du plombier, coulée d'une table de plomb sur toile (Lagardette, 1773, planche III)

Sur cette illustration fournie par l'abbé Lagardette, on aperçoit le moule à deux rebords et son râble en figure 1 et le moule à un seul bord, associé au râble en forme de caisse en figures 2 et 6.

Pour cet ensemble technique de coulage de tables de plomb il ne semble pas y avoir eu d'innovations au cours de la période étudiée, excepté à la fin du XXe siècle avec l'utilisation de moules en fer ou en marbre, remplaçant les moules en sable et toile : « *Le plomb en feuilles […] s'obtient par la fusion dans des moules convenables dont le fond est en fer poli ou en marbre* »[124].

Toutefois, le domaine du travail du plomb n'est pas resté figé, loin de là. En effet, l'une des plus importantes innovations technologiques, depuis la fin du Moyen Age, est l'apparition en Angleterre, à la fin du XVIIe siècle, du laminoir, machine servant à écraser entre deux cylindres métalliques les feuilles de métal pour pouvoir les amincir et les allonger. Cet outil n'est pas spécifiquement dédié au plomb puisque d'autres métaux peuvent être travaillés de la même manière, mais il a bien évidemment été mis à son service. Si l'on se réfère à l'article On wood, lead and copper sheating rédigé par JJ Wilkinson en 1842, l'invention du laminage doit être attribuée à Sir Philip Howard et à Francis Watson en 1660 en Angleterre[125]. Son adaptation pour le travail du plomb en France serait par contre bien plus tardive si l'on en croit l'auteur Arminjon, qui date la première manufacture de plomb laminé en France à 1730[126]. Cette datation est par ailleurs confirmée dans d'autres ouvrages, notamment par Jaubert dans son ouvrage sur les *Arts et Métiers* de 1773 : « *La manufacture de plomb laminé établie à Paris au faux-bourg Saint Antoine en 1729, fit venir d'Angleterre deux laminoirs propres à cet effet* »[127].
Cette révolution technologique ne s'imposa d'ailleurs pas en France sans heurts, notamment auprès des corporations de plombiers, qui y voyaient une concurrence déloyale à leurs travaux. En effet, les plombiers eux-mêmes ne travaillaient pas dans les laminoirs qui étaient installés par de grands entrepreneurs. C'est pour cette raison qu'une grande partie d'entre eux s'est insurgée contre cette nouveauté technique. Dans la préface de son ouvrage, *Description des arts et métiers* publié en 1781, Jean Elie Bertrand précise d'ailleurs qu'il aurait pu choisir de ne pas présenter les laminoirs puisque « *le laminage est tout-à-fait étranger aux plombiers : aucun d'eux n'a tenu de laminoir chez lui jusqu'à ce jour* »[128].
Ces débats houleux se traduisirent également par des mémoires, à charge ou à décharge de la coulée ou du laminoir, selon l'orientation de l'auteur, qui étaient ensuite déposés auprès de la toute nouvelle Académie des Sciences. Cette académie se retrouve ainsi prise à partie et doit faire office de juge pour un certain nombre de plaintes déposées par des plombiers mécontents. Ces mémoires sont particulièrement précieux pour les historiens et archéologues puisqu'ils détaillent avec foule de détails le fonctionnement de cette machine. Ainsi, le *Mémoire sur le laminage du plomb*, rédigé par Saint-Albine en 1731 donne toutes les informations nécessaires à la compréhension du fonctionnement du laminoir :

[124] LANDRIN 1857, p. 491.
[125] WILKINSON 1842, p. 401 : *« In 1670, a patent was granted to Sir Philip Howard and to Major Watson for the use of milled lead sheating* »
[126] ARMINJON 1998, p. 35.
[127] JAUBERT 1773, tome 2, p. 552.
[128] BERTRAND 1781, p. 441.

« *Avertissement : explication de quelques termes, dont l'intelligence est nécessaire :*
Rouet ou roue de champ : roue dentelée, dont les dents sont parallèles à l'axe.
Lanterne : roue, faite comme un tambour fort large, qui aurait peu de hauteur et dont le pourtour, au lieu d'être plein, serait à jour. Elle est composée de 2 troutes ou pièces de bois rondes, assujetties ensemble à leur circonférence par divers fuseaux, qui sont placés à distance égale les uns des autres. Les dents d'une autre roue, en rencontrant ces fuseaux, font marcher la lanterne.
Herisson : roue dentelée, dont les dents sont placées dans la circonférence de la Roue, et selon la direction de son plan.
Roue de renvoy : espèce de petit hérisson, que l'on place entre deux Roues, afin que mû dans une certaine direction par l'une de ces Roues, il oblige l'autre, de tourner du même sens, que la première.
Pignon : pièce cylindrique de fer, dans la circonférence de laquelle sont plusieurs cannelures, ou peut engrener, soit une vis, soit une roue dentelée, selon qu'on veut se servir de l'une ou de l'autre, pour la faire tourner.

L'art de laminer le plomb est connu depuis plusieurs années en Angleterre. Mais l'établissement de cet art en France peut être mis au nombre des nouveautés […] Peu de personnes ignorent que, laminer un métal c'est le réduire d'une certaine épaisseur à une moindre par le secours d'une sorte de compression. Quoique plusieurs moyens soient propres à produire cet effet sur les métaux, le choix entre ces moyens n'était pas indifférent à l'égard du métal dont il s'agit dans ce mémoire. Le plomb par sa pesanteur est difficile à manier. Il fallait chercher un remède à cet inconvénient. […] La machine dont on se sert pour le laminer, et qui est la même que celles dont on se sert à Hambourg pour laminer le cuivre, satisfait à ces 3 conditions essentielles. Voici de quelle manière elle est construite.

Un arbre vertical, mobile sur son axe, porte une roue de champ horizontal. Deux autres arbres, mobiles comme le premier, sur leurs axes, sont situés horizontalement et parallèlement l'un sur l'autre. Le plus élevé porte 3 roues verticales qui lui sont assujetties d'une manière fixe. Celle du milieu est un hérisson. Celles des extrémités sont deux lanternes, et la Roue, dite roue de champ, engrene dans celle dont elle est voisine. L'arbre inférieur ne porte que deux lanternes. Toutes deux sont verticales. Elles ne lui sont point assujetties et elles peuvent faire des révolutions indépendamment de leur axe commun. L'une est sous le Hérisson. L'autre répond à la dernière lanterne de l'arbre supérieur : mais une roue de renvoy se trouve entre ces deux roues des extrémités et pour la placer il a fallu diminuer leurs diam.

Des chevaux, attelés à des leviers de 13 pieds de longueur, font tourner l'arbre vertical. Sa roue, agissant sur la première lanterne de l'arbre horizontal le plus élevé, met ce second arbre en mouvement. Le Hérisson entrainé par les révolutions de son axe, oblige la lanterne inférieure correspondante, de se mouvoir dans une direction opposée, et la lanterne portée par le même arbre que celle-ci, est forcée au contraire par la roue de renvoy, de suivre la

même direction que les roues supérieures. Entre ces deux lanternes est un verouil, avec lequel on peut attacher alternativement à chacune l'arbre qui leur sert d'essieu.

Un cylindre, dont la situation est horizontale, est adapté fixement à l'extrémité de cet arbre. Ce cylindre est de fer fondu. Il a un pied de diam sur cinq pieds de long et son poids est de 2800 livres. Selon que l'arbre est conduit par l'une des deux lanternes, le cylindre tourne en différents sens. Il tourne plus vite quand il est mû par la plus éloignée. […]

Au dessus de ce cylindre en est un second de même matière, de même volume et dans la même position. Celui-ci est embrassé à ses deux extrémités par un double collet, qui lui laisse la liberté de se mouvoir sur son axe et qui, traversé perpendiculairement par quatre colonnes de fer, peut monter ou descendre le long de ces colonnes ; mais tjs parallèlement au premier cylindre. […]

Une vis sans fin, qui à l'aide de deux pignons, fait marcher les écrous en tel sens qu'on veut, fournit le moyen, de hausser ou de baisser le double collet, autant qu'il convient d'approcher ou d'éloigner les cylindres. […]

C'est entre les cylindres, que les tables de plomb se laminent. Le cylindre supérieur recevant son mouvement de l'inférieur par le secours de la table interposée, les révolutions de l'un et celles de l'autre, sont toujours contraires et par cette diversité concourent à chasser la table vers le même point. Après qu'elle a passé toute entière par le laminoir, on tire le verouil, et pour lors, les mouvements des cylindres changeant de direction, la table retourne au lieu d'où elle était partie. On la fait aller et venir ainsi, jusqu'à ce qu'elle soit réduite de l'épaisseur qu'elle a en sortant de la fonte, à l'épaisseur qu'on veut lui donner. […]

Près de ses extrémités, et vis-à-vis la forme, ou l'on coule le métal, est une grue tournante. Elle sert, pour tirer du moule la table et pour la porter au laminoir. Le fondeur a soin, en jettant la table, de former un anneau dans le milieu du coté, qu'elle présente à la grue. On accroche au chable de la grue cet anneau, et quoique les tables, dont ordinairement la longueur est de 10 pieds, la largeur de 4 pieds 8 pouces et l'épaisseur de 18 lignes, pèsent environ 2600 livres, deux hommes peuvent les enlever […]

Il ne faut pas une plus grande force pour verser de l'auge dans le moule le plomb fondu. L'auge aussi longue que le moule est large, présente la longueur à la largeur du moule, et peut contenir 3500 livres de métal. Dix ou douze pieds au dessus de l'auge est un arbre horizontal, et mobile sur son axe. Deux leviers, situés, ainsi que l'arbre, horizontalement, le traversent à angle droit et vers chacune de ses extrémités il est armé d'une demie poulie. L'auge est attachée par deux de ses angles à des chables qui passent sur les demie-poulies, et qui faisant diverses circonvolutions autour de l'arbre, lui sont fortement assujetties. En baissant les leviers du côté, opposé à l'auge, on la fait lever du côté, dont elle est attachée, et le plomb coule en nape dans le moule, d'un mouvement toujours également prompt. […] »[129].

[129] SAINT-ALBINE 1731.

Cette description, particulièrement complexe à comprendre, est heureusement largement illustrée par certains traités sur les plombiers mais aussi par un chapitre entier de la célèbre *Encyclopédie* dirigée par Denis Diderot. On peut y voir dessiné avec précision l'ensemble de l'atelier du laminoir, comprenant d'un côté la zone de coulée des tables de plomb sur sable (encerclée), et de l'autre, le laminoir à proprement parler (encadrée) (FIGURE 47).

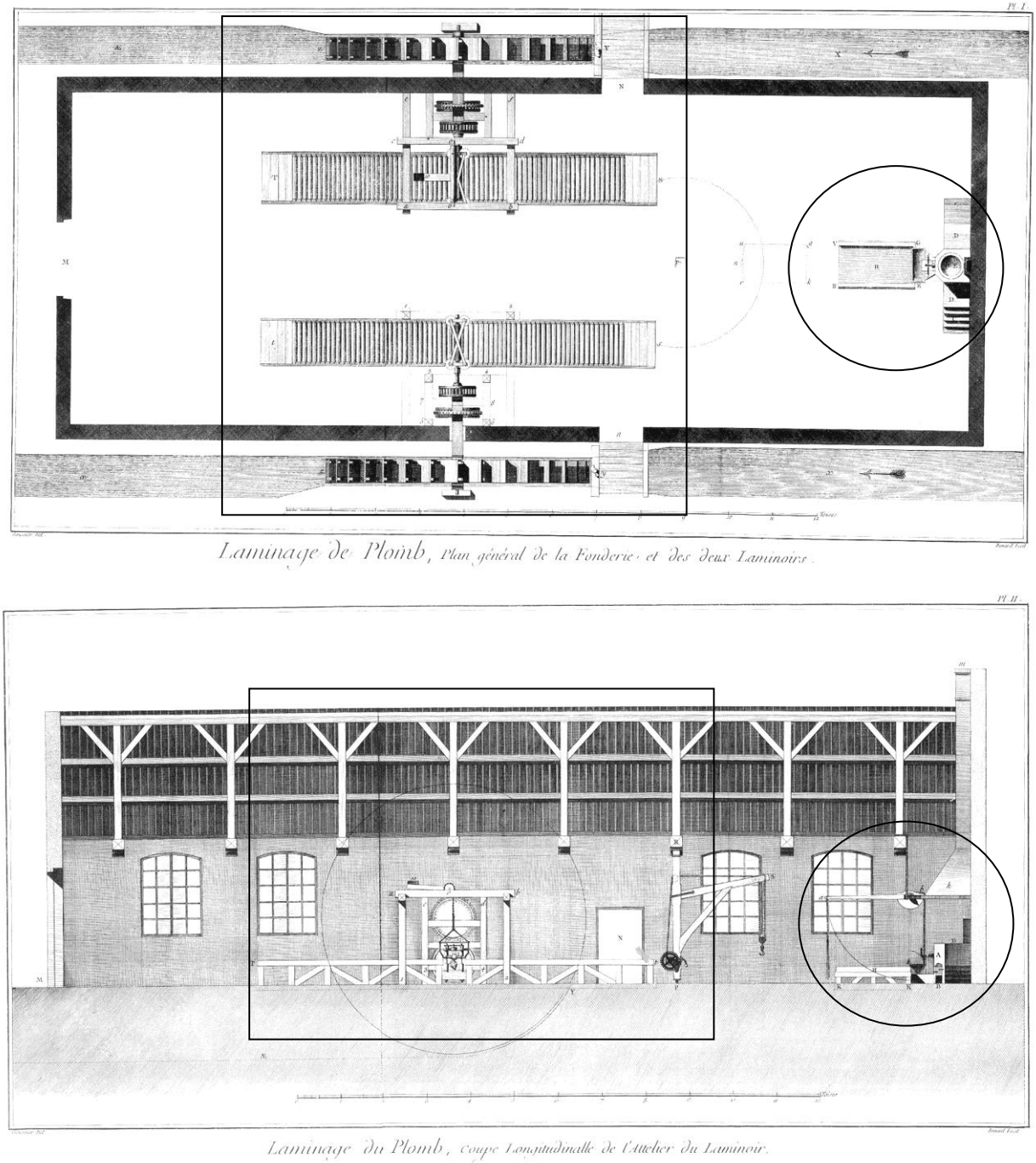
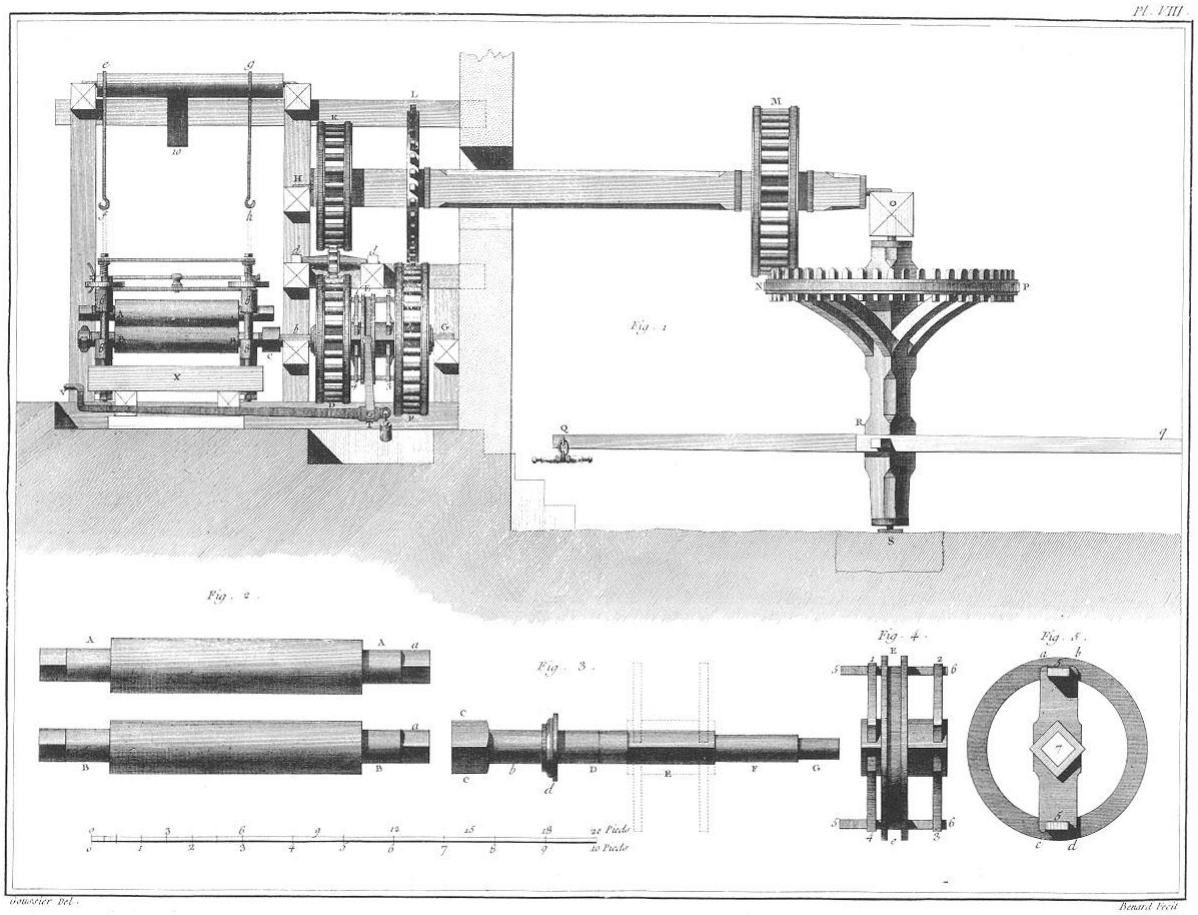


Figure 47 : Vues en plan et en coupe de l'atelier du laminoir et de la forge associée (Diderot, 1777, planches I et II)

Puis, d'autres planches illustrent la structure interne de cette machine (FIGURE 48). Il faut souligner l'extrême soin du détail apporté à ces représentations.



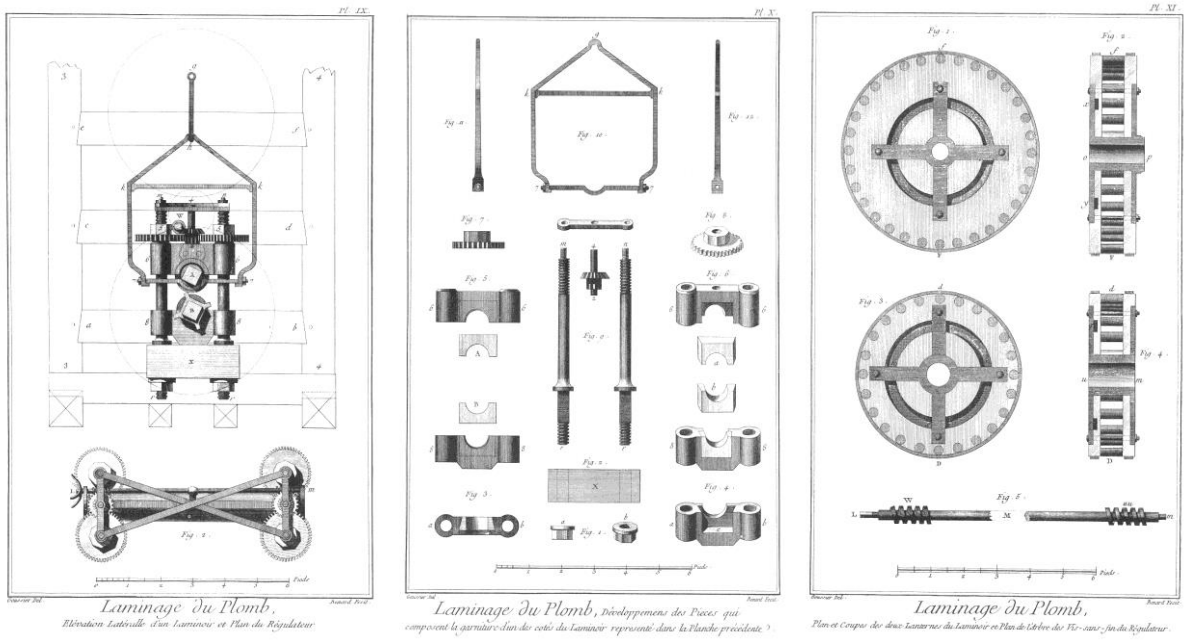


Figure 48 : Planches de détail de la structure interne du laminoir (Diderot, 1777, planches 8 à 11)

D’après ces informations documentaires, on constate que les tables coulées ne sont pas roulées comme nous l’avions vu précédemment, mais soulevées par une grue, par le biais d’un trou réalisé au préalable sur l’une de leur extrémité, pour les déplacer jusqu’au laminoir (FIGURE 49). L’explication de cette différence réside dans le fait qu’elles sont ici coulées avec une épaisseur beaucoup plus importante : de 15 à 18 lignes pour disposer de suffisamment de matière à écraser et à répartir lors de leur passage entre les cylindres du laminoir. De plus, si elles étaient enroulées, ces tables devraient nécessairement être déroulées avant leur passage sur le laminoir, ce qui représente une perte de rentabilité non négligeable.

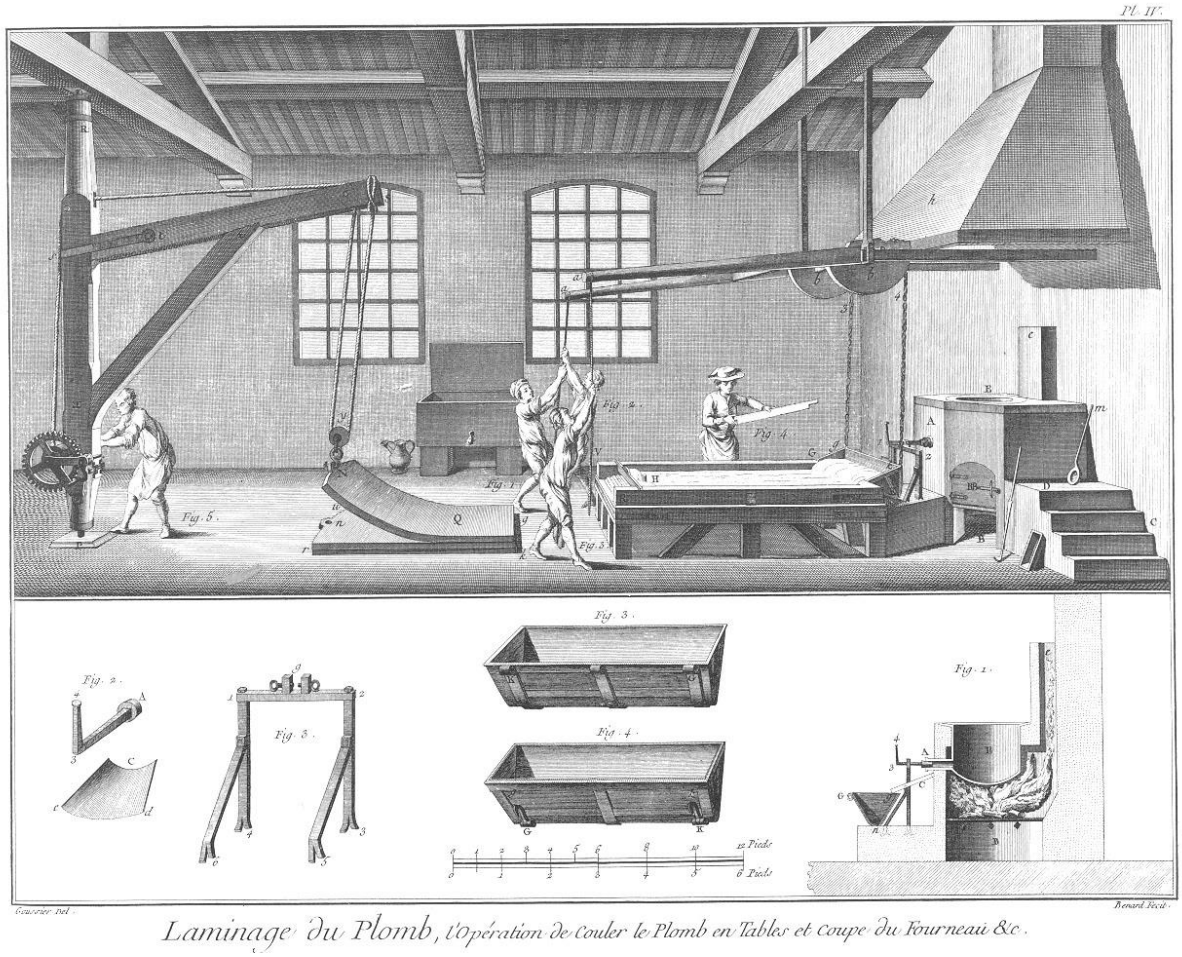


Figure 49 : Levée d’une table de plomb par une grue dans un atelier de laminoir (Diderot, 1777, planche 4)

Ces mémoires sont également précieux car, en présentant des études comparatives des résultats obtenus par l’une ou l’autre de ces techniques (coulée ou laminée), ils fournissent des informations sur les dimensions des tables de plomb produites. Remond de Saint Albine témoigne ainsi de cette différence de dimensions : « *Les tables ayant, après qu’elles sont laminées et coupées, 25 et 30 pieds de long sur 4 pieds 8 pouces de large, ont une fois plus de longueur et de largeur que les tables ordinaires* »[130].

[130] Idem supra.

De même, dans les *Descriptions des Arts et Métiers* on apprend que : « *les lamineurs commencent, à la vérité, par couler leur plomb en tables à peu près comme les plombiers ; mais ils les tiennent épaisses de quinze à dix-huit lignes* »[131] ou encore : « *en se servant du plomb laminé, on épargne sur la soudure aussi bien que sur le plomb, parce qu'il sort du laminage des tables de ving-cinq à trente pieds de longueur sur quatre pieds et demi de largeur, ce qui fait à peu près le double de la longueur et de la largeur des tables coulées* »[132].
Ces informations pourraient éventuellement permettre de distinguer archéologiquement les feuilles ayant été simplement coulées (12,5-15 pieds de long x 2 pieds de large, soit 4,1-4,9 m de long x 65 cm de large[133]), de celles ayant été laminées (25-30 pieds de long x 4 pieds ½ de large, soit 8,1-9,8 m de long x 1,5 m de large). Cependant, il sera nécessaire pour tenter cette interprétation, d'être certain que la table de plomb soit entière puisque les dimensions fournies par les traités officiels ne s'appliquent qu'aux tables d'origine intactes. Un autre indice peut résider dans leur structure visuelle qui n'est pas la même puisque, dans le cas du laminoir, un écrasement du métal a lieu. Malheureusement, les déformations engendrées par les naufrages et la présence d'organismes marins collés sur le mobilier en plomb, rendent parfois difficile la réalisation de mesures et d'observations suffisamment précises sur ces feuilles de plomb pour pouvoir les catégoriser aussi précisément (cf 4.1.2).

L'un des avantages incontestables des feuilles laminées sur celles coulées est qu'elles permettent de connaitre avec précision l'épaisseur qui leur sera donnée au final. C'est d'ailleurs pourquoi un grand nombre d'arsenaux de la marine royale commandent du plomb laminé, en grandes quantités, pour de multiples épaisseurs, choisies à l'avance (FIGURE 50). On peut d'ailleurs lire sur cette archive la mention d'un contrat passé auprès d'un particulier, le sieur Bottereau, pour six années consécutives, de la fourniture du plomb laminé nécessaire aux ports de Brest, Rochefort et du Havre. Les épaisseurs demandées pour les feuilles de plomb sont les suivantes : « *trois lignes d'épaisseur, deux tiers de ligne et demy ligne* ». Les quantités nécessaires ainsi que les coûts engendrés par cette commande sont également mentionnés, ce qui rend ce genre de document vital pour appréhender l'importance de ces importations de plomb laminé, et donc de leurs usages, au sein des arsenaux. Nous reviendrons sur les modalités du transport et de la tarification de ces produits (cf 2.3.1).

[131] BERTRAND 1781, p. 466.
[132] Idem, p. 467.
[133] Ici la conversion se fait sur la base d'un pied de roi français valant 32,5 cm, soit 12 pouces ou 144 lignes.

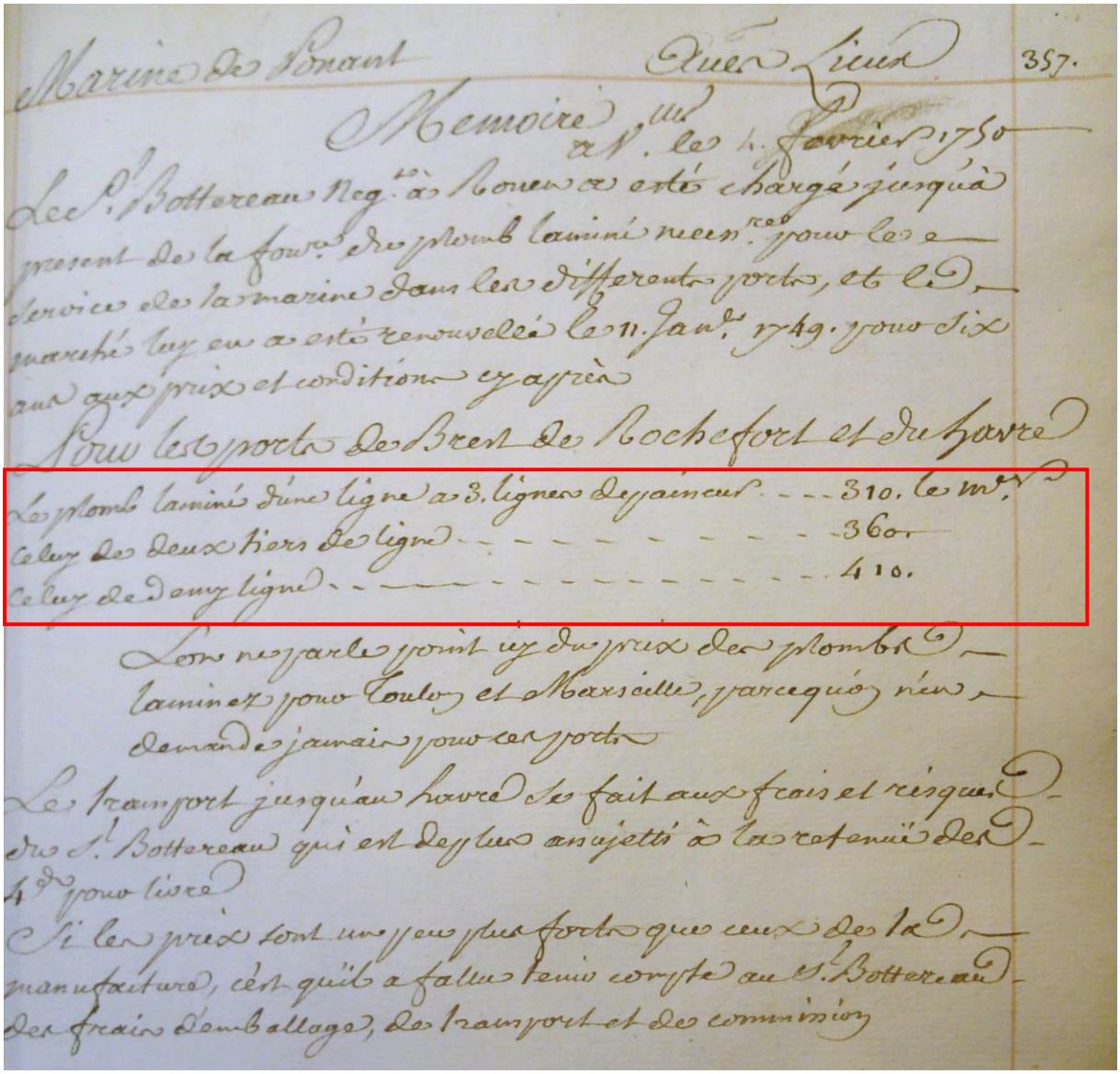


Figure 50 : Document d'archive présentant « *Mémoire concernant le marché passé avec le sieur Bottereau, pour la fourniture des plombs laminez* », 4 Février 1750 (AN Mar B2-339, 1750, folio 357)

D'autres sources documentaires, comme certaines archives conservées au SHD de Brest, témoignent de la possibilité de commander des épaisseurs encore différentes. Le choix de l'épaisseur des feuilles de plomb devient donc presque infini pour les plombiers de la marine du XVIIIe siècle. Une correspondance privée mentionne même des feuilles de plomb tellement fines qu'elles doivent être transportées emballées pour ne pas se déformer par leur propre poids et leurs mouvements lors du transport maritime : « *en outre il y aurait lieu à une dépense d'environ 250 francs pour la valeur des caisses qui serviraient à renfermer le plomb de 0,006 et de 0,0011, qui, assure-t-on est arrivé déformé dans les divers ports ou il a été fait des envois ; sa faible épaisseur peut, en effet, être un inconvénient quand ce plomb n'est pas encaissé* »[134]. Cependant ce document est beaucoup plus tardif, du début du XIXe siècle, et il

[134] SHD Brest 2A-303, 1827, folio 761r.

n'est donc pas possible d'extrapoler l'existence de ces feuilles de plomb ultra minces et de leur contenant à l'ensemble de la période étudiée, d'autant qu'à l'heure actuelle aucune feuille aussi mince n'a été retrouvée archéologiquement. Ce n'est peut-être qu'avec une profonde amélioration des techniques des laminoirs qu'il a été possible d'affiner à ce point les feuilles de plomb produites.

Enfin, mentionnons ici que des villes entières se développent grâce à l'installation de laminoirs sur leur territoire. C'est notamment le cas de la ville de Couëron, située à 45 km de la mer[135], sur les rives de la Loire. Cet emplacement est stratégique puisqu'il est possible d'utiliser le transport fluvial pour exporter les tables de plomb produites vers les ports maritimes de la façade atlantique. Ainsi, en 1860 une usine de traitement des minerais de plomb est installée et cette société se nomme « Société des Fonderies et Laminoirs ». La majorité des minerais sont importés de Sardaigne, d'Espagne et de Pontpéan en Bretagne. Les fours employés sont des fours à réverbère et des opérations de fonte du plomb d'œuvre puis de désargentation sont menées sur place. Cette information est précieuse car cela sous entendrait que des lingots peu désargentés pouvaient être commercialisés et donc potentiellement retrouvés sur des navires naufragés ? Entre 1860 et 1874, 39 161 tonnes de plomb argentifère sont traités, ce qui a permis la production de 31 506 tonnes de plomb et de 10 681 tonnes d'argent. Ces quantités énormes rappellent encore ici l'importance des besoins de plomb en France, qui perdurent d'ailleurs encore de nos jours.

2.2.4. Coulée ou martelage des tuyaux

Après avoir vu les techniques employées à la fabrication du plomb brut ou semi-brut commercialisé, nous allons maintenant nous attarder sur la manière dont les plombiers réalisaient les produits secondaires manufacturés tels que les tuyaux ou l'ensemble du petit mobilier en plomb.

En ce qui concerne la création des conduites en plomb, deux techniques cohabitent durant toute la durée de la période étudiée ici. Il s'agit soit du martelage d'une feuille de plomb pour l'arrondir, soit d'une coulée du tuyau, directement au diamètre souhaité.
A ces deux techniques vient s'ajouter plus tardivement l'utilisation du laminoir afin d'étirer le tuyau de plomb précédemment créé. Cet usage ne semble toutefois pas attesté avant le XIXe siècle. Sa mise en œuvre sera détaillée plus loin, une fois les deux techniques principales explicitées.

La création de tuyau par martelage des feuilles de plomb est la technique la plus simple à mettre en œuvre car elle ne requiert que très peu d'outils.
Ainsi, une feuille de plomb, préalablement coulée ou laminée, est découpée suivant les dimensions souhaitées pour le diamètre et la longueur du tuyau à modeler. Cette feuille est

[135] Informations fournies par le site internet de la ville de Cueron elle-même, infobretagne.com/coueron.

ensuite frappée par l'extérieur grâce à une batte en bois, plate ou arrondie, afin de redresser progressivement ses bords et de créer ainsi, le conduit final. Cette réalisation est donc particulièrement simple à mettre en œuvre mais elle requiert, de la part du plombier, une adresse extrême pour que les bords du tuyau soient parfaitement lisses et que le diamètre du conduit soit constant en tous points.

Le terme de martelage est ici employé car il s'agit bien d'une frappe du plomb, réalisée à de nombreuses reprises.

Cette technique est très bien illustrée, notamment au sein du manuscrit rédigé par un inconnu au XVIIIe siècle, traitant des plombiers. Sur la planche présentée ici, on distingue un plombier en train de battre des tables de plomb pour les replier sur elles-mêmes, les arrondir et ainsi former des tuyaux au diamètre souhaité (FIGURE 51).

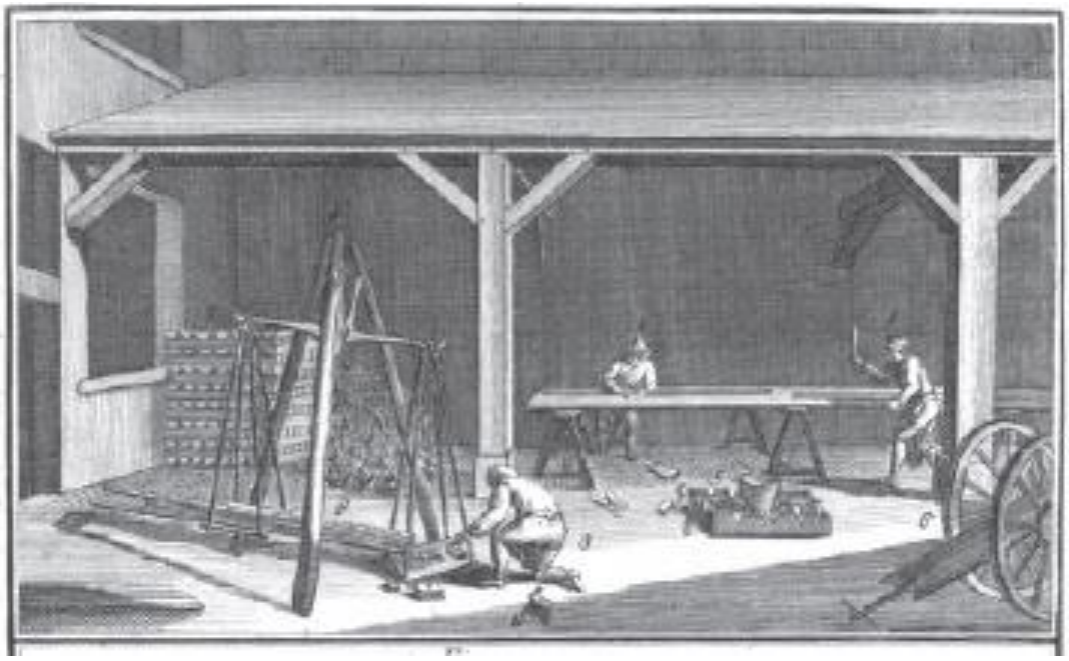


Figure 51 : « Plomberie. Le travail du Plomb en Table pour l'arrondir en Tuyaux… » (Inconnu, XVIIIe siècle, planche 3)

Cette illustration est également intéressante car à l'arrière-plan de l'atelier, des lingots sont visibles, empilés en quinconce, comme cela a déjà été évoqué dans cette thèse. On note également la présence d'une très grande balance servant à peser les tuyaux de plomb qui seront commercialisés. On comprend donc ici que ceux-ci devaient être vendus non à l'unité mais au poids, tout comme les lingots, ce qui rendait ainsi nécessaire des contrôles aux diverses étapes de la chaine commerciale. Ces vérifications devraient se traduire par la présence de poinçons ou de marques sur les tuyaux de plomb attestant de leur valeur, mais aucune inscription n'a à ce jour été retrouvée sur ce type de mobilier. Cette absence semble donc particulièrement étonnante.
On peut donc tout à fait imaginer que pour la vente du plomb brut ou semi-brut, l'usage ait été de facturer la masse et non les unités vendues. Cela est d'ailleurs attesté par les inventaires des arsenaux, qui ne citent quasiment jamais le nombre de saumons, de vieux plomb, ou de

plomb en tables réceptionnés, mais qui par contre, font apparaitre la masse reçue, ainsi que la somme que cela représente (FIGURE 52).

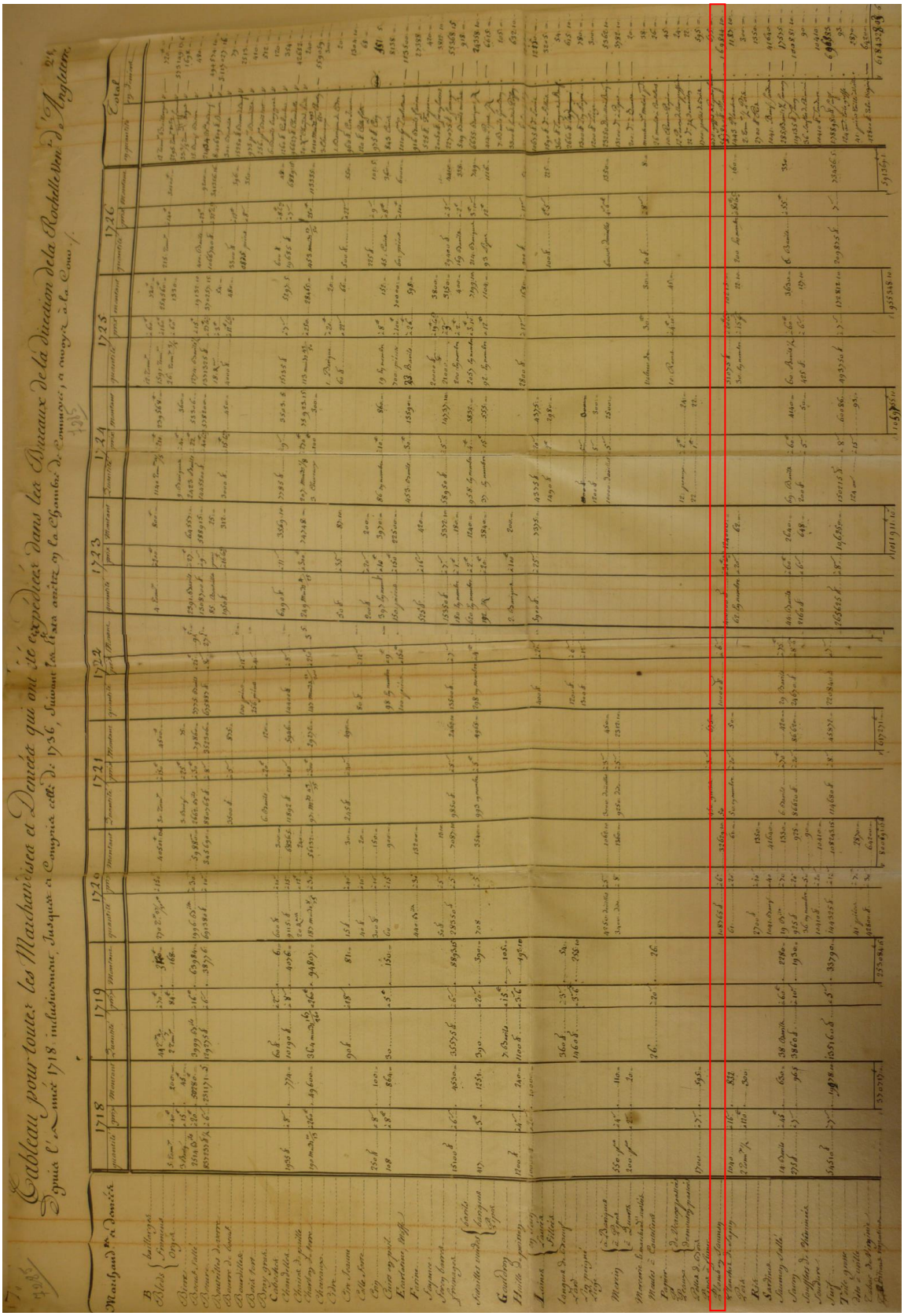
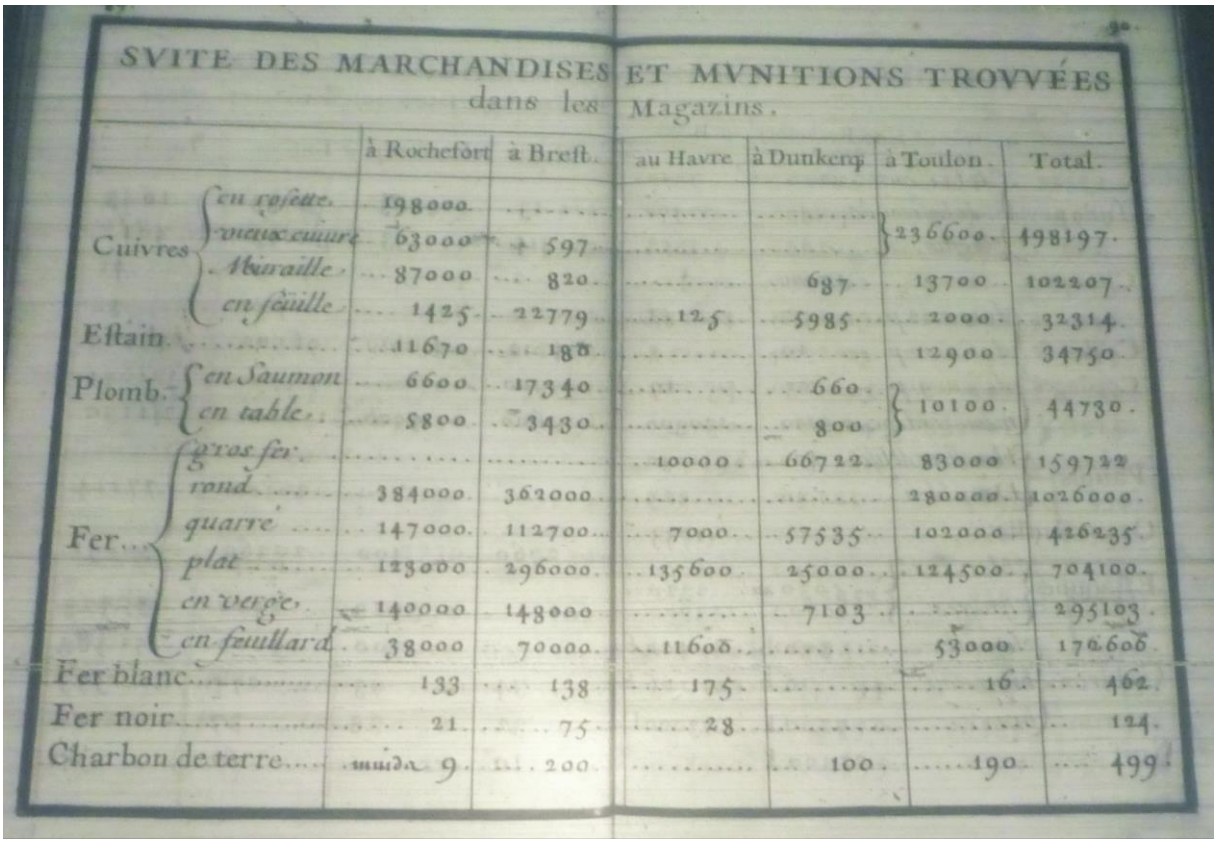


Figure 52 : Tableau récapitulatif des denrées reçues d'Angleterre dans le port de La Rochelle entre 1718 et 1726 (AD 17 41ETP236-7285)

Sur ce document, malheureusement peu lisible au format de cette publication, sont listées les denrées importées d'Angleterre et stockées dans les magasins du port de la Rochelle. On peut y voir mentionnés des saumons de plomb et pour chaque année où une entrée était réalisée, on voit apparaitre la mention de leur masse, le tarif à la livre à leur appliquer, et enfin, la somme représentée par leur achat. Ainsi, par exemple pour l'année 1720 on peut lire : « *108 765 livres à 6 sous, soit 32 629,10 livres* ».

Sur une autre archive de la marine plus ancienne, ici un inventaire des denrées disponibles dans chacun des ports royaux de France en 1675, on constate là encore que le plomb, en saumons ou en tables, y est listé selon sa masse et non son nombre (FIGURE 53). On comprend donc que seule la masse de métal exploitable était recherchée, et non le nombre d'éléments que cela représentait.



SVITE DES MARCHANDISES ET MVNITIONS TROVVÉES dans les Magazins.

	à Rochefort	à Breſt.	au Havre	à Dunkerq	à Toulon.	Total.
Cuivres en roſette.	198000.	.....	.....	.....	236600.	498197.
Cuivres vieux cuivre	63000	597	.....	.....		
Cuivres Mitraille	87000	820.	.....	687	13700	102207.
Cuivres en feüille	1425.	22779	125	5985	2000.	32314.
Eſtain	11670	188	.....	.....	12900	34750.
Plomb. en Saumon	6600	17340	.....	660.	10100.	44730.
Plomb. en table	5800	3430.	.....	800		
Fer. gros fer	.....	.....	10000.	66722.	83000	159722
Fer. rond	384000.	362000.	.....	.....	280000.	1026000.
Fer. quarré	147000.	112700.	7000.	57535	102000	426235.
Fer. plat	123000	296000.	135600	25000.	124500.	704100.
Fer. en verge.	140000	148000	.....	7103	.....	295103.
Fer. en feuillard	38000	70000.	11600.	.....	53000	176600
Fer blanc	133	138	175.	.....	16.	462.
Fer noir	21	75	28.	.....	.....	124.
Charbon de terre	muids 9	200	.....	100.	190	499

Figure 53 : Inventaire des marchandises disponibles dans les ports royaux de France en 1675 (AN Mar G3, 1675, folios 89-90)

Revenons maintenant à la description de l'atelier présenté plus haut. On aperçoit sur l'illustration un petit récipient ovale posé sur un élément rectangulaire au sol. Il s'agit ici du foyer portatif devant permettre la préparation et la fonte du mélange servant à réaliser la soudure finale de la feuille arrondie. Nous détaillerons les spécificités de cette étape un peu plus loin.

La planche VIII du chapitre portant sur les plombiers de l'ouvrage *Descriptions des Arts et Métiers*, présente également cette méthode de travail des tuyaux de plomb. On peut y

apercevoir exactement les mêmes outils (FIGURE 54) : battes, couteaux, serpettes, et fers mahons ou fer à souder pour la soudure.

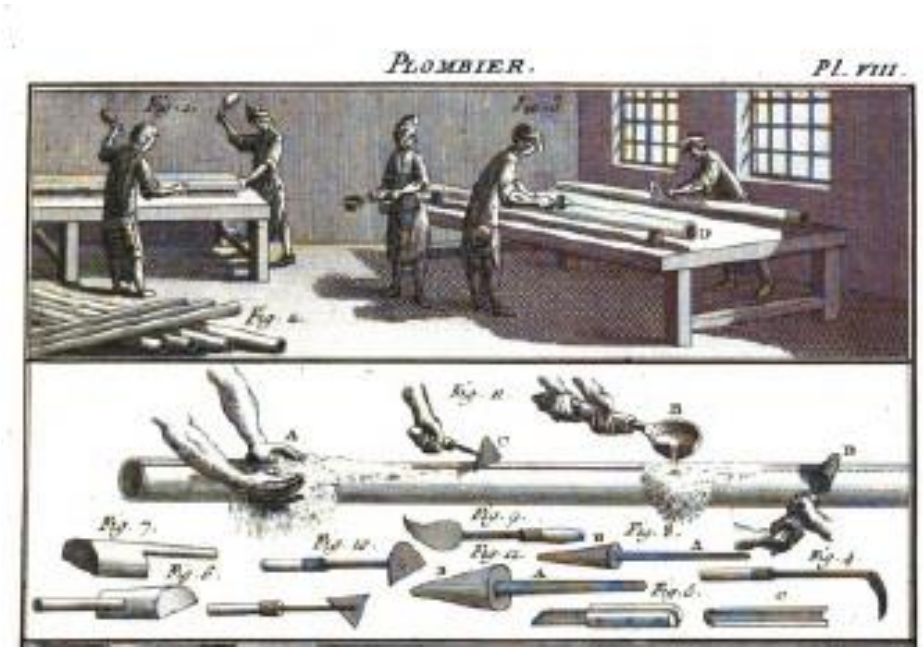


Figure 54 : Martelage des tuyaux de plomb et réalisation des soudures (Bertrand, 1781, planche VIII)

On distingue dans le fond de l'atelier, sur la gauche du dessin, deux hommes levant leur bras et tenant en main une batte en bois afin de taper sur les flancs du tuyau de plomb à former. Les plombiers situés sur l'établi de droite sont quant à eux en train de finaliser ces tuyaux de plomb en les soudant.

La soudure représente donc l'étape finale de la fabrication d'un tuyau de plomb martelé, puisqu'elle permet de joindre solidement les deux extrémités de la feuille repliée sur elle-même. En effet, s'il est possible au plombier de faire se rejoindre les deux bords de la feuille de plomb jusqu'à ce qu'ils se retrouvent bord à bord, il lui est impossible, sans l'ajout d'une matière extérieure, de les faire tenir ensemble. Or, pour que le conduit soit utile il faut qu'il soit rendu étanche, soit totalement clos.

Certains manuels relatent précisément la manière dont les plombiers réalisaient ces soudures. Ainsi, dans son ouvrage, Manuel Roret écrit en 1854 : « *La soudure des conduits en plomb se fait en général de la manière suivante : après avoir ajusté et bien nettoyé les parties à souder, on la frotte avec un peu de suif et le plombier y verse un peu de soudure fondue, composée de ¾ d'étain et ¼ de plomb ; il la maintient chaude et la place avec ses fers, en répétant l'opération jusqu'à ce que le tout soit bien solide* »[136].

Ces sont ces étapes qui sont illustrées sur la planche présentée ci-dessus car on retrouve en partie basse, de gauche à droite : l'écaillage du tuyau, le versement de la soudure fondue, puis le passage du fer à souder pour lisser la soudure réalisée.

[136] RORET 1854, p. 23.

La présence d'une grande proportion d'étain dans le mélange utilisé provoque généralement l'apparition d'une coloration plus claire sur la zone soudée, rendant possible aux archéologues sa détection sur les tuyaux de plomb retrouvés *in situ* (FIGURE 55).



Figure 55 : Soudure d'un dalot par un mélange étain/plomb apposé sur la liaison des deux extrémités de la feuille de plomb, épave du *Coureur*, 1821, ile Maurice (dalot Co-0132, Musée Maritime de Mahébourg, photo M. Veyrat)

La présence d'une soudure peut donc généralement être aisément repérée à l'œil nu mais une analyse plus approfondie, par le biais d'un microscope optique peut également être utile, notamment dans le cas où la soudure serait en partie recouverte par des concrétions ou d'autres organismes marins, occultant sa distinction par sa seule coloration. En effet, le mélange étain-plomb employé, en se solidifiant, cristallise suivant une structure interne totalement différente du plomb presque pur utilisé par les plombiers pour le reste du tuyau. C'est cette différence structurelle qui est repérable sous l'optique d'un microscope (FIGURE 56).

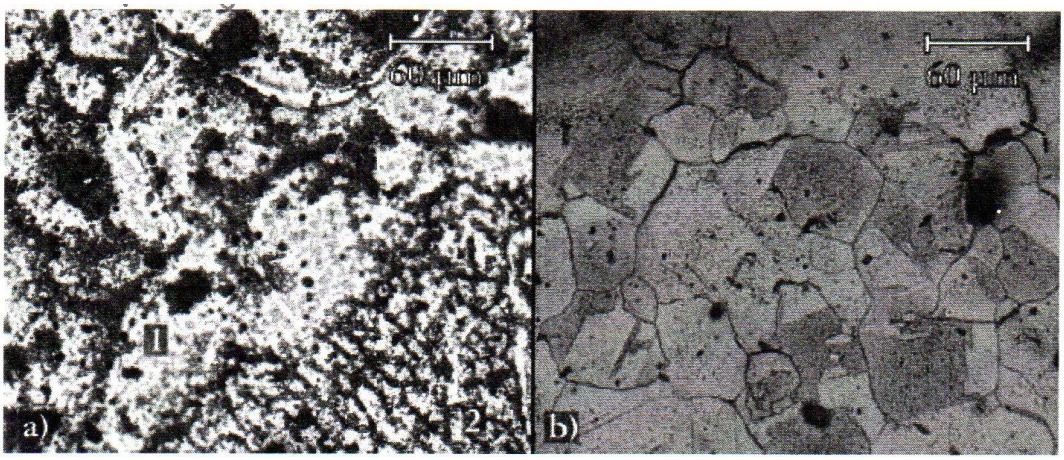


Figure 56 : Coupes métallographiques d'une chaudière en plomb antique découverte à Pompéi, avec à gauche une vue de la structure du corps de l'objet en plomb et à droite celle de la zone soudée (Monteix, Pernot et Coutelas, 2008, fig. 8, p. 6)

Synthétisons donc maintenant les actions constituant cette chaine opératoire ainsi que les outils nécessaires pour cela.

Etapes	Outils
Découpe des tables de plomb aux longueurs et largeur utiles pour obtenir le diamètre souhaité pour le tuyau	équerre, compas, règle, tire-ligne, couteau
Arrondissement de la feuille par frappes successives	battes plates ou rondes pour relever les bords
Ecaillage et grattage des parties à souder	ciseaux et battes rondes
Enduit des parties sur lesquelles on ne veut pas que la soudure adhère	tissu, poix résine ou graisse
Préparation du mélange, fonte, soudure des deux extrémités de la feuille repliée, puis lissage	¾ étain + ¼ plomb, réchaud portatif, fer à souder ou fer mahon pour lissage

Cependant l'utilisation de l'étain dans le mélange rajoute un coût supplémentaire non négligeable à cette opération car ce métal est beaucoup plus cher que le plomb. Ainsi, malgré le faible investissement nécessaire en outils, cette technique présente de nombreuses contraintes qui restreignent son utilisation. Il s'agit d'une part, de l'aspect chronophage de la réalisation du repli de la feuille par martelage. D'autre part, s'ajoutent à cela les frais engendrés par l'ajout d'étain dans le mélange de soudure. C'est pour toutes ces raisons que cette technique n'est pas celle la plus fréquemment employée par les plombiers de l'époque.

D'ailleurs, Jean-Elie Bertrand, dans son ouvrage *Descriptions des Arts et Métiers* préconise la même précaution d'usage : « *comme cette dernière méthode consomme de la soudure qui est beaucoup plus chère que le plomb et qu'elle augmente la main d'œuvre, les ouvriers ne doivent y avoir recours que lorsque les tuyaux dont ils auront besoin, seront d'un diamètre trop considérable pour être fondus* »[137].

Ainsi, la deuxième méthode, consistant à couler le tuyau directement au diamètre désiré, se révèle donc nettement moins couteuse car elle ne nécessite pas de soudure, mais elle ne peut être employée pour tous les tuyaux puisqu'il n'existe pas de moule pour les diamètres les plus importants. Cette limite technique est clairement établie par les dictionnaires de marine ou par certains traités lorsqu'ils évoquent le travail des plombiers. Ainsi, l'ouvrage précédemment évoqué stipule que pour : « *des tuyaux qui ne passeront pas six pouces de diamètre, on peut se servir d'un moule pour les faire : on en trouve depuis neuf lignes de diamètre, jusqu'à six pouces* »[138], soit des moules pour des diamètres compris entre 2 cm et 16,3 cm. Au-delà de ce diamètre, les tuyaux de plomb étaient systématiquement réalisés par martelage et soudure.
Les illustrations présentant cette technique mettent en lumière l'utilité de l'usage d'un moule pour pouvoir agrandir aisément, et presque infiniment les tuyaux de plomb, par coulées successives (FIGURE 57).

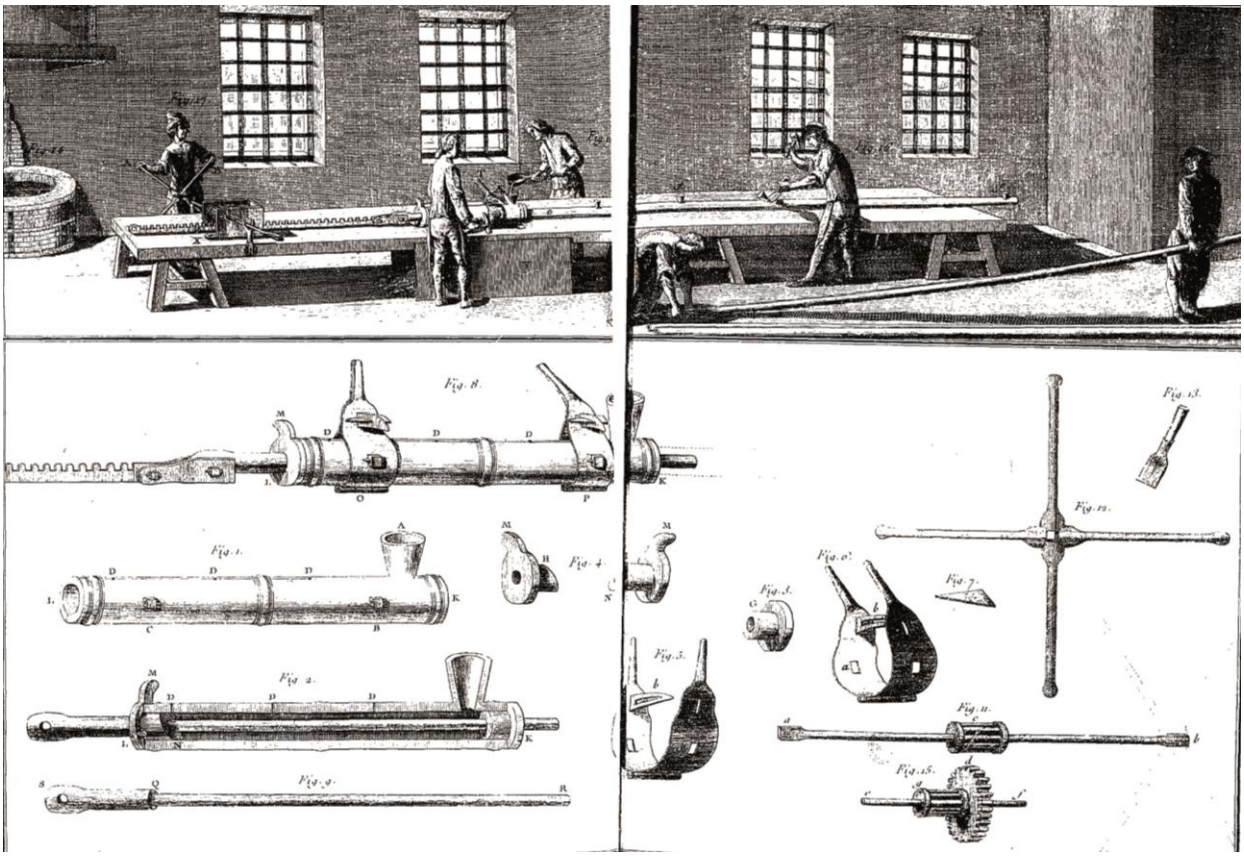


Figure 57 : Coulée d'un tuyau de plomb, agrandit progressivement par de multiples coulées (Lagardette, 1773, planche IX)

[137] BERTRAND 1781, p. 484
[138] Idem supra.

On remarque sur cette planche la présence de plusieurs plombiers travaillant de manière simultanée à l'allongement d'un tuyau de plomb. L'ouvrier le plus à gauche met en œuvre le cric pour tirer sur le moule. Ce déplacement libère le tuyau fraichement coulé et positionne le moule sur une nouvelle zone, à cheval sur la fin du tuyau, pour pouvoir l'allonger par une nouvelle coulée. Au centre de l'image, deux plombiers s'attèlent à couler du plomb fondu dans le moule, et enfin à leur droite se trouve un dernier homme, découpant les jets restants, soit le plomb dépassant du bec verseur, après la sortie du tuyau déjà coulé. Il parait donc évident que cette technique est plus exigeante en terme de personnel si on la compare au simple martelage des tuyaux de plomb.

Dans son ouvrage sur les plombiers, l'auteur Lagardette détaille cette opération de coulée : « *on suppose que le plomb est fondu, écumé, revivifié, et tout prêt à être coulé ; un ouvrier ira prendre la cuiller, et la plongera dans la chaudière pour la porter pleine à l'endroit où l'on a placé le moule : il en versera le plomb dans l'entonnoir qui est fait pour le recevoir, le plus rapidement qu'il sera possible. Le plomb se dispersera dans toutes les parties intérieures du moule, c'est-à-dire depuis la plume jusqu'à la portée : on attendra quelques instants pour que le plomb ait le temps de prendre ; mais il ne faut pas le laisser refroidir entièrement, pour que le plomb que l'on jettera dans le moule s'allie et se soude mieux avec la partie du tuyau déjà moulée et qui est hors du moule* »[139]. Le procédé mis en œuvre est donc relativement simple à réaliser et la fabrication de tuyaux coulés, rapide et efficace.

Ces illustrations rendent également possible la compréhension de la structure interne du moule et de son fonctionnement, ce qui s'avère délicat par la seule lecture des descriptions faites dans les sources écrites. Ici, sur la partie basse de la planche, on peut apercevoir le moule complet fermé et relié à la chaîne du cric de l'établi, ainsi qu'une vue en coupe. En dessous sont présentés le détail des pièces constituant ce moule, à savoir :

- Les clavettes de fermeture du moule, figure 3
- Les boulons fermant le mandrin à chaque extrémité, figure 4
- Le mandrin interne, soit une sorte de bâton dont le diamètre doit correspondre au diamètre du conduit à créer, figure 9
- Le moule à proprement parlé, en cuivre, creux, en deux parties, avec son jet par lequel on verse le plomb en fusion, figure 1

C'est donc l'espace situé entre le moule et le mandrin à l'intérieur qui déterminera l'épaisseur du tuyau de plomb qui sera créé.

D'autres manuscrits présentent ces mêmes pièces constitutives. On ne remarque donc aucune évolution notable (FIGURE 58) dans la technique ou les outils employés pour la coulée des tuyaux de plomb. Cependant, il faut mentionner ici que la seule documentation retrouvée à ce jour sur cette méthode est restreinte aux XVIIIe et XIX siècles ce qui restreint considérablement cette analyse chronologique.

[139] LAGARDETTE 1776, p. 46.

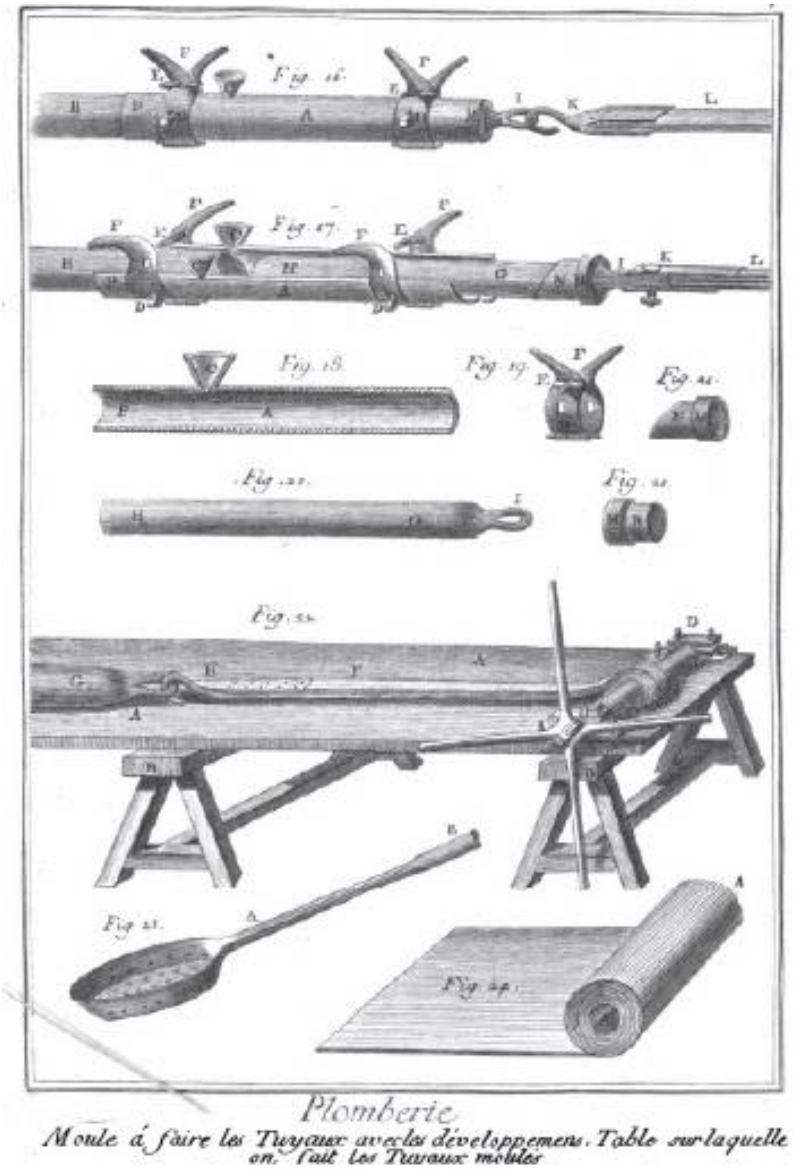


Figure 58 : Détails du moule employé pour couler un tuyau de plomb et des outils employés (Inconnu, XVIIIe siècle, planche 4)

L'adresse des plombiers est telle qu'il est quasiment impossible de conclure, à l'œil nu, si un tuyau a été coulé ou soudé ; sauf si sa soudure, par sa coloration, est encore visible.

Comme nous l'avons évoqué précédemment, une innovation technique apparait toutefois à la fin de la période étudiée ici, soit à partir du XIXe siècle, permettant, par l'usage du laminoir, d'étirer les tuyaux de plomb déjà coulés. L'auteur Landrin, dans son ouvrage *Du plomb, de son état dans la nature*, détaille cette technique de façon très précise : « *Les tuyaux de plomb sans soudure s'obtiennent par un laminage particulier dont voici les principales circonstances : on coule d'abord le plomb dans un cylindre creux […] cela fait, on engage ce tuyau sur un long mandrin de même diamètre que le noyau du moule, et on passe le tout entre les cannelures rondes de deux cylindres de fonte, analogues à celles dont on se sert dans*

l'étirage du fer rond. Des laminages successifs amincissent et allongent le tuyau dans les proportions fixées d'avance »[140].

Cette innovation permet d'obtenir des tuyaux de plomb beaucoup plus longs, sans rajouter de la matière supplémentaire, ce qui permet de réduire grandement les coûts de production.

2.2.5. Réalisation du petit mobilier

Maintenant que les grandes réalisations en plomb ont été détaillées, il parait nécessaire de se questionner sur la manière dont les plombiers mettaient en forme les décors ou objets de petite dimension qu'on leur commandait. La souplesse du plomb est telle que toutes les formes et les productions sont possibles, mais elles requièrent un certain nombre de techniques différentes : le martelage, le repoussé, la découpe, la coulée et la soudure.

Nous ne reviendrons pas ici sur le martelage, la soudure et la coulée qui ont déjà été présentés dans les paragraphes précédents.

La technique du repoussé quant à elle est assez facile à mettre en œuvre. Il faut utiliser un couteau ou une pointe pour appuyer sur le plomb et ainsi pouvoir le replier sur lui-même, dans le but de former des plis et replis. Par l'usage d'une forme, posée sous la feuille de plomb, les plombiers peuvent, par pressions successives, forcer le plomb à prendre la forme du modèle choisi (FIGURE 59). Cette technique est principalement utilisée pour réaliser des décors et n'est donc généralement pas employée pour réaliser le mobilier en plomb utilitaire embarqué à bord des navires.



Figure 59 : Technique du repoussé employé par les plombiers de Versailles, permettant l'obtention d'un décor sur une plaque de plomb (photo M. Veyrat)

[140] LANDRIN 1857, p. 495.

Enfin, il est possible de découper sans difficulté le plomb grâce à un simple couteau et ainsi, de créer des formes très variées (FIGURE 60). Cette facilité de découpe permet également de percer aisément n'importe quelle épaisseur de plomb. Ainsi, certains mobiliers du bord ont pû être coulés d'une manière pleine et ensuite être percés, ce qui facilitait grandement leur réalisation.



Figure 60 : Découpe d'une feuille de plomb pour récupérer des cercles qui seront utilisés ensuite par les plombiers du château de Versailles (photo M. Veyrat)

Une très grande précision peut être obtenue grâce à la combinaison de toutes ces techniques, ce qui permet la réalisation de formes en plomb particulièrement travaillées (FIGURE 61).



Figure 61 : Exemple d'une réalisation artistique des plombiers du château de Versailles, mettant en œuvre plusieurs techniques successives : découpe, soudure et repoussé (photo M. Veyrat)

2.3. Approvisionnements des arsenaux et des navires en plomb

L'éventail des techniques à disposition des plombiers ayant été explicité, attardons nous maintenant sur les modalités pratiques de leur mise en œuvre. Il s'agit ici de comprendre dans quel(s) lieu(x) et selon quel(s) cadre(s) administratif(s) les plombiers travaillaient, notamment en ce qui concerne la production des plombs spécifiquement commandés pour l'armement des vaisseaux.

Il nous faut donc détailler les modalités du commerce du plomb à une large échelle, avant de pouvoir nous concentrer sur le métier de plombier et sur les modes d'approvisionnement en plomb des arsenaux, des ports privés et des navires eux-mêmes.

2.3.1. Généralités sur le commerce du plomb

Comme nous venons de le constater, la très large majorité des besoins de plomb pour la consommation française était assurée via des importations massives, majoritairement d'Angleterre puis secondairement d'Espagne et des Pays du Nord jusqu'au début du XIXe siècle. Ensuite, ces importations semblent se diversifier avec l'entrée sur le marché de mines loalisées dans les nouvelles colonies partout dans le monde. Les témoignages dont nous disposons pour évaluer cette situation sont très largement concentrés sur les XVIIIe et XIXe siècles, notamment grâce à l'apparition des premiers traités à vocation scientifique, étudiant le plomb d'une manière spécialisée. Ainsi, l'ouvrage de Coste et Perdonnet, deux spécialistes de la métallurgie se rendant dans divers pays, dont l'Angleterre, afin de comparer les méthodes françaises à ce qui se fait dans les pays les plus avancés dans le domaine étudié, détaille clairement les productions respectives de chaque pays : « *la production annuelle du plomb en Europe est dans ce moment d'environ 725 000 quintaux métriques : 3/7 sont produits par l'Angleterre, une quantité à peu près égale par l'Espagne, le reste par l'Allemagne et la Russie ; la France n'en produit guère que la 500^{e} partie, elle suffit à peine à la 50^{e} de sa consommation* »[141].
Cette citation laisse entrevoir, sans l'ombre d'un doute, l'importance des quantités de plomb produites annuellement au niveau européen mais aussi l'ampleur de la carence de l'industrie du plomb française de l'époque.
Bien que plus restreints, des documents datant du XVIIe siècle font état de la même situation. Nous en avons déjà cités certains précédemment.

[141] COSTE et PERDONNET 1830, p. 327.

➔ Une réalité économique méconnue

La pression économique représentée par l'achat et le transport de telles quantités de plomb devait donc être particulièrement grande pour la couronne de France, et ce, même s'il représente l'un des métaux les moins chers de l'époque. Aux vues de ces enjeux, il paraitrait logique de retrouver, au sein des traités officiels régissant le commerce entre certains pays et la France, des mentions des conditions de vente et de transport de ce produit : tarifs, quantités, lieux d'approvisionnement, types de mise en forme du plomb. Mais il n'en est rien, bien au contraire. Un certain nombre de traités concernant le commerce, notamment entre la France, l'Angleterre et l'Espagne, ont été analysés, mais quasiment aucune mention du commerce du plomb n'est apparue, contrairement à d'autres biens de consommation tels le bois ou le chanvre par exemple. Ce contraste est particulièrement surprenant. Faut-il voir ici les conséquences du faible coût du plomb, rendant inutile son évocation dans ces traités commerciaux ?

Cette absence dans les documents officiels est d'autant plus étrange que des quantités massives de plomb transitaient pourtant au sein des ports et arsenaux puisque le transport de ce matériau, du fait de sa masse, se faisait presque exclusivement par voie maritime. La réalité économique autour de ce métal est donc très différente de ce que laisserait penser la seule lecture des sources écrites officielles. Elle ne peut être dévoilée que si l'on s'attarde sur des documents du quotidien tels que les inventaires des arsenaux de la marine, royale ou privée[142]. Pour des raisons de facilité de déplacements, la majorité des inventaires dépouillés au cours de cette recherche l'a été pour l'arsenal privé de la Rochelle[143], mais quelques documents supplémentaires ont pu être trouvés pour les arsenaux royaux de Brest, de Toulon, du Havre et de Dunkerque, ou encore pour le port de Nantes (ANNEXE 5)[144]. Ces archives sont particulièrement précieuses car ces inventaires étaient réalisés avec la plus grande précision, notant à la fois les entrées et les sorties des matériaux et des objets manufacturés à destination des ateliers et magasins de l'arsenal, mais aussi les usages qui pouvaient en être fait. Ainsi, suivant les documents consultés, les informations fournies peuvent aller de la simple mention de plomb importé, sans aucune précision sur sa forme ou sa provenance, au détail des formes de plomb conservées au sein des magasins de l'arsenal et des quantités utilisées chaque mois. Il a donc fallu harmoniser ces informations pour tenter d'obtenir une vision précise des quantités de plomb transitant par tous ces ports, sur une période allant du XVIe au XIXe siècle suivant les cas. Les importateurs de plomb en France apparaissant dans ces documents sont donc soit les administrateurs des arsenaux, travaillant pour le compte du roi à l'approvisionnement et à la construction des navires royaux, soit des armateurs privés.

[142] Arsenal est ici pris au sens d'un endroit où l'on stocke du matériel qui n'est pas forcément à destination de l'Etat.

[143] Le dépouillement systématique des données pour le port de la Rochelle entre 1718 et 1780 qui a été fait au sein des Archives Départementales de Charente Maritime a permis de suivre l'évolution des balances commerciales concernant le plomb sur 62 ans, constituant ainsi une base de référence complète sur une longue période.

[144] Pour constituer ces tableaux, ont été compilés plusieurs inventaires d'arsenaux mais aussi des comptes plus généraux réalisés au niveau de l'état.

Si l'on détaille le premier tableau présenté dans cette annexe, recensant le plomb entrant et sortant dans l'arsenal de La Rochelle, on constate, outre l'importance des quantités importées et le coût qu'elles représentent, qu'elles proviennent majoritairement d'Angleterre. Ainsi, sur 10 904 275 livres de plomb importées entre 1718 et 1780, non moins de 4 319 771 livres proviennent d'Angleterre, soit près de 40 % des importations. La Hollande se positionne juste après, avec 3 634 664 livres de plomb livrées (soit 33%) puis nous trouvons les pays du Nord, correspondant aux pays scandinaves bordant la Baltique, avec 2 225 228 livres (soit 20%). Le reste, largement minoritaire, est importé depuis l'Allemagne, la Flandre et le Danemark. Il est intéressant de constater ici qu'aucune entrée de plomb en provenance d'Espagne n'est attestée à La Rochelle alors que l'on sait que les mines de ce pays étaient pourtant reconnues pour leur qualité. On peut donc se demander si le plomb d'Espagne arrivait de manière préférentielle dans les ports du sud de la France, comme Marseille, pour des raisons de facilité de transport et à l'inverse, que le plomb du Nord de l'Europe entrait en France par les ports de la Manche et de l'Atlantique ? Toutefois un grand nombre d'inventaire ne précise pas systématiquement la provenance du plomb arrivant dans leurs ports, ce qui ne nous permet pas d'être totalement certains de cette affirmation. De plus, certains vestiges archéologiques viennent nuancer cette hypothèse puisque des lingots marqués au nom de la mine espagnole de Linarès (située en Andalousie) ont été retrouvés dans ces eaux.

Ce tableau met également en exergue la relative constance des tarifs du plomb sur toute la période relevée (1718-1780). Toutefois, le mode de calcul de ces sommes varie entre un prix à la livre, en sous ou en livre[145], à un prix au quintal ou encore, à un tarif s'appliquant au pour cent de la masse importée. Il est intéressant de constater que les tarifs établis s'appliquent généralement à l'ensemble des importations, quel que soit le pays d'origine. Ainsi, il ne semble pas que le tarif du plomb ait été dépendant de sa provenance. Cette matière étant si nécessaire à la France, nous pourrions imaginer que la tarification mise en place par le gouvernement ait été appliquée de force à l'ensemble de ses partenaires commerciaux. Enfin, on note que bien souvent, les mêmes sommes étaient réclammées aux acheteurs du plomb venant de France, ce qui semble aller à l'encontre de tout profit et que nous ne sommes pas en mesure d'expliquer ici.

Il est aussi intéressant de voir que pour près de 10 millions de livres de plomb importés à la Rochelle, seules 211 679 livres sont ensuite exportées sur quasiment la même période (1719-1774). Cela témoigne donc des besoins très importants en plomb de la France de cette époque.

Ce constat peut aussi être établi à partir du tableau présentant les volumes échangés au niveau de la France entière en 1851 puisque plus de 26 tonnes de plomb sont importées quand seules 8 tonnes environ sont parallèlement exportées. Il est également intéressant d'observer sur ce tableau et celui de 1857, la multiplication des régions prenant par à ces échanges de plomb. Les principaux pays exportant leur plomb en France sont restés les mêmes, hormis quelques importations ponctuelles d'Afrique du Nord, mais l'Espagne a largement détroné l'Angleterre. Cette modification pourrait laisser entrevoir un développement plus tardif des

[145] Sous l'Ancien Régime la livre de Paris équivaut à 20 sous et 240 deniers.

mines de plomb espagnoles, à la fin du XVIIIe et du XIXe siècle. On note enfin, la multitude de régions dans lesquelles la France envoie du plomb ; il s'agit ici d'approvisionner les nouvelles colonies lointaines mais aussi de répondre à des marchés récemment créés.

Enfin, le tableau recensant les volumes de plomb importés dans la ville de Nantes permet quant à lui d'attester de l'existence de ce commerce dès le XVIe siècle, ce qui n'avait pu être retrouvé jusqu'ici.

➔ La politique à travers le prisme de l'économie du plomb

L'étude de ces importations de plomb permet également de suivre les évolutions des relations politiques entre les différents royaumes. En effet, en temps de guerre, les importations se réduisent entre la France et le pays concerné[146], et il devient donc nécessaire de se tourner vers d'autres pays pour s'approvisionner puisqu'il est impossible de se passer de ce métal, à la fois sur terre et en mer. Ainsi, toujours dans le cas du port de La Rochelle, le mieux représenté ici, la guerre de 7 ans (1756-1763) entre la France et l'Angleterre se fait clairement ressentir sur les importations de plomb : plus aucune entrée n'est réalisée sur cette période en provenance d'Angleterre et la France semble se tourner vers un pays ami, la Hollande pour s'y approvisionner. Les importations auprès de ce pays explosent donc au cours de cette période. De même, entre 1778 et 1780 on constate à nouveau une interruption des importations de plomb anglais, résultant probablement de la guerre navale faisant rage entre les deux nations (1778-1783). Il faut toutefois rappeler ici qu'il n'est pas impossible que le plomb provienne toujours d'Angleterre mais transite via la Hollande pour éviter les blocus liés aux conflits. L'étude approfondie des échanges d'une denrée aussi quotidienne et vitale qu'était le plomb permet donc d'appréhender des réalités économiques encore totalement inconnues mais aussi de mettre en lumière les tensions ou alliances politiques de cette période.
Il faut toutefois nuancer ici les analyses qui pourraient être faites car un saumon débarqué d'un navire hollandais n'indiquera pas forcément un minerai de ce même pays. En effet, il devait être fréquent que du plomb transite par plusieurs régions avant de parvenir à son acheteur final, d'autant plus par temps de guerre. Malheureusement, nous ne pouvons donc affirmer que la mention « matières tirées de Hollande » par exemple, soit gage d'un plomb issu de mines hollandaises.

Certaines correspondances de la marine permettent d'avoir un bref aperçu de ce lien entre économie et politique mais elles sont extrêmement rares. A ce jour, un seul document associe directement le commerce du plomb et les états de guerre ou de paix entre divers pays. Il s'agit d'une lettre rédigée en 1701 : « *11 octobre 1701, Mines de plomb et salpètre. […] il y a aussi en Espagne, des mines de plomb très abondantes de beaucoup meilleure qualité que celuy*

[146] Ces réductions peuvent être créées par une volonté de l'Etat français de ne plus traiter avec un ennemi, mais aussi d'un accaparement de la matière première par le pays concurrent afin d'appuyer ses réserves de guerre ou de déstabiliser la France.

Dangleter dont on pourait se servir en temps de guerre, ce qui ne conviendrait pas en temps de paix parsequil reviendrait à quelque chose de plus que celuy Dangletere »[147].
On a donc une preuve ici qu'en temps de guerre avec l'Angleterre, la France se tourne vers des importations étrangères, comme le plomb espagnol pour satisfaire ses besoins, même si cela lui revient plus cher.

➔ Formes de plomb commercialisées

Enfin, lorsque cela a été possible, la forme du plomb importé a été relevée dans ce tableau. Cette information nous permet de constater qu'en réalité le plomb n'est quasiment jamais vendu sous une forme totalement manufacturée. C'est bien du plomb presque brut, sous une grande variété de morphologies et d'appellations qui était commercialisé : saumons, plombs laminés, plomb en table ou encore « plomb œuvré » c'est-à-dire battu ou laminé. Ce plomb pouvait également être recyclé, nommé à l'époque « plomb vieux ».

Ce n'est qu'une fois le plomb arrivé en France qu'il devait être mis en forme par des plombiers et des lamineurs. Comme nous l'avions évoqué, des mentions écrites de la création et de l'installation d'un certain nombre de laminoirs dans des villes de France à partir du XVIIIe siècle font échos des débats houleux qu'elles ont entrainés.

Pour conclure l'analyse de ces tableaux, il faut préciser qu'il est délicat de comparer les données de ces ports entre eux car les informations ne sont pas toujours enregistrées de la même manière entre ces registres et sont plus ou moins détaillé. De plus, ce ne sont pas toujours les mêmes années qui ont été trouvées lors du dépouillement de ces archives. Il faudrait atteindre une exhaustivité totale dans le dépouillement des sources d'archive pour espérer pouvoir comparer avec assurance les volumes échangés dans chaque port. Il semble toutefois que nous pouvons affirmer qu'à la fois les ports royaux et les ports civils étaient susceptibles de recevoir et de stocker en leur sein d'importants volumes de plomb. Cette situation confirme le caractère indispensable de ce métal pour la marine, royale ou privée.

2.3.2. Modalités du commerce maritime

Comme nous l'avons déjà mentionné, afin d'acheminer jusqu'en France le plomb produit à l'étranger, la voie maritime constituait presque l'unique solution compte tenu des masses représentées par ces cargaisons. Celle-ci était la seule permettant un transport rapide et à moindre coût d'importantes quantités de plomb à chaque voyage. C'est d'ailleurs pourquoi l'archéologie sous-marine est si précieuse pour mettre en avant les modalités techniques de ces transports : mode de chargement, type de formes embarquées, zones de stockage à bord par exemple. Nous détaillerons ces points ci-après.

[147] AN Mar B7-225, 1701-1702, Folios 36r-38v.

➔ Droits de douanes et passeports royaux

Avec la création des frontières des pays, et le renforcement de la centralisation du pouvoir, des taxes de « douane » sont créées à l'entrée de toutes les routes commerciales, terrestres ou maritimes, par les souverains pour augmenter leurs finances, et ce, dès l'Antiquité. Mais la découverte de « passe-droits » dans les archives, c'est-à-dire d'ordres ou de passeports officiels pour diminuer ou annuler ces taxes pour certaines marchandises, telles que le plomb, témoignent de l'appétit de la France pour ce métal. Citons à titre d'exemple une correspondance privée à destination du commissaire de marine du port du Havre, rédigée en 1788, qui explicite sans le moindre doute ce privilège accordé au plomb : *Instructions pour Monsieur de Saint Prix commissaire de marine ayant l'inspection de tous les magasins au port et arsenal du Havre de Grace et de tous les ouvriers qui travaillent tant à la journée du Roy qu'à prix fait. Paragraphe 5-Achat des marchandises :* « *Le dit Sieur Commissaire doit savoir que l'intention de Sa Majesté est qu'il ne soit livré aucunes marchandises dans l'arcenal de ce port qui ne soient du cru du royaume à la réforme du bois, cuivre et plomb qu'elle permet d'acheter des estrangers comme aussy les bray, gras et goudrons qui viennent du Nord* »[148]. On constate donc ici un protectionnisme d'Etat pour les biens du royaume, mais aussi des exceptions nécessaires pour les denrées dont l'importation est vitale au fonctionnement du pays.

D'une manière pratique, ces avantages se concrétisaient par des passeports, accordés spécifiquement à certains commerçants étrangers, pour que leurs navires puissent entrer sans encombre dans les ports de France et ainsi, y apporter le plomb tant recherché : « *8 septembre 1689, Lagny à Lombard : passeports demandés pour des navires anglais et conditions auxquelles ces passeports seront accordés. « Sa Majesté n'en donne point en général aux vaisseaux anglois, mais qu'elle en a donné quelques uns en connaissance de cause sur l'assurance que ces vaisseaux viendroient charger en France, et qu'ils apporteroient des marchandises dont nous pouvons avoir besoin […] j'aurai l'honneur d'ajouter encore que je me feroit fort d'avoir les dits passeports pour ceux qui se chargeroient d'aporter du plomb, vous pouver le dire en général à tous, que vous croyez qu'on donnera les dits passeports pour ceux qui apporteroient du plomb et du charbon »*[149].C'est de cette manière que l'état français aide à la réalisation de ces échanges, si nécessaires au fonctionnement du pays.

Il faut préciser toutefois que ces passeports, réduisant parfois les taxes à payer à l'entrée des ports de France, ne semblent concerner que les importations réalisées pour le compte du roi. Le reste de la population doit toujours s'acquitter de taxes importantes pour pouvoir faire venir du plomb en France : « *12 octobre 1689, Lagny à Arthur Pelan ; fournitures de plomb « lorsqu'on fera venir du plomb, étain et autres marchandises pour le Roy, sa Majesté*

[148] AN Mar B3-55, 1688, folios 331r-340r.
[149] AN Mar B7-60, 1689, folios 178r-179r.

donnera des passeports, et ne fera payé aucun droit et quand les marchandises seront destinées pour la consommation dans le public, elles seront vendues sur la proportion des droits, et à la charge de ceux qui les consommeront »[150]. Il semble donc exister des enjeux économiques non négligeables autour de l'importation de ce matériau et nombreux sont les marchands étrangers déposant des requêtes pour obtenir ces précieux passeports royaux.
Cependant, l'obtention d'un tel passeport ne soustrait jamais totalement l'armateur au paiement de taxes à son arrivée, au mieux elle lui permet de les réduire.

Des factures de ces transactions ont parfois été conservées au sein des archives des arsenaux. Ainsi, prenons à titre d'exemple la facture réalisée pour le transport de saumons de plomb sur le navire la *Réussite* en 1745 (FIGURE 62).

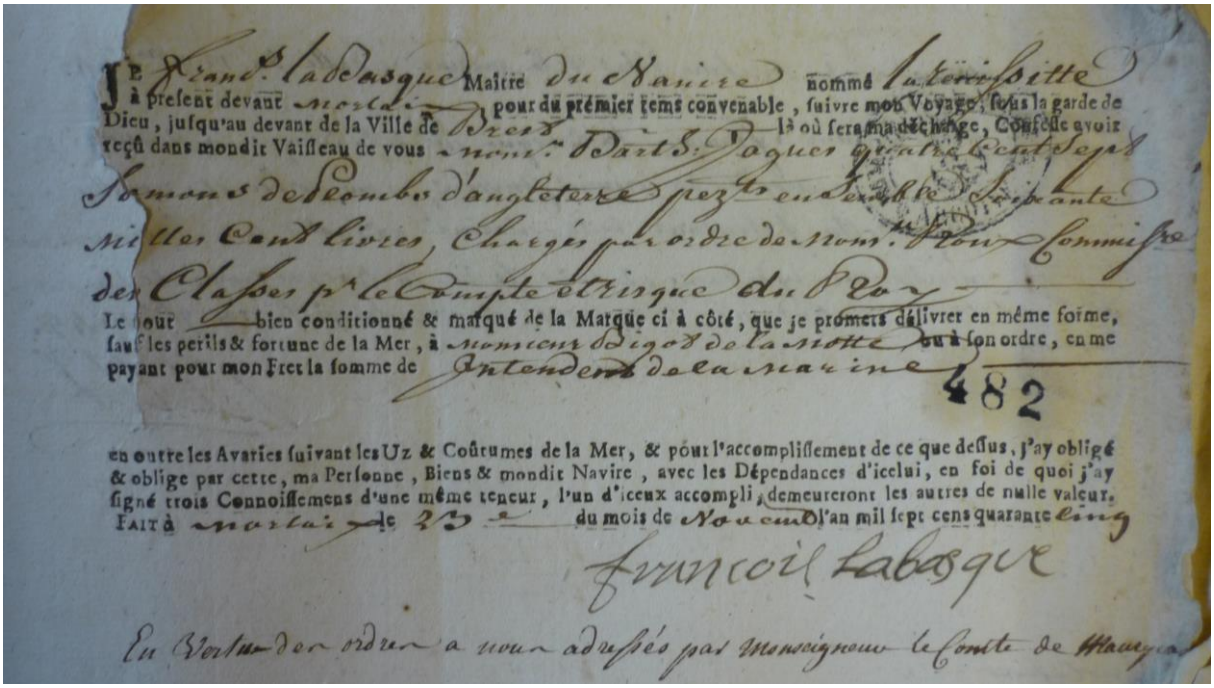

Je Franç.s Labasque Maître du Navire nommé la Réussitte
à present devant Morlaix pour du prémier tems convenable, suivre mon Voyage, sous la garde de
Dieu, jusqu'au devant de la Ville de Brest là où sera ma décharge, Confesse avoir
reçû dans mondit Vaisseau de vous nom.r Barth.s Jaques Barthelemy
Saumons de Plomb d'angleterre pesant en tout Sept
Mille Cent livres, Chargés par ordre de nom.r pour Commissre
des Classes p.r le Compte d'Etrangle du Roy
Le tout bien conditionné & marqué de la Marque ci à côté, que je promets délivrer en même forme,
sauf les perils & fortune de la Mer, à nomeur Bigot de la motte ou à son ordre, en me
payant pour mon Fret la somme de Intendant de la marine
482
en outre les Avaries suivant les Uz & Coûtumes de la Mer, & pour l'accompliſſement de ce que deſſus, j'ay obligé
& oblige par cette, ma Perſonne, Biens & mondit Navire, avec les Dépendances d'icelui, en foi de quoi j'ay
ſigné trois Connoiſſemens d'une même teneur, l'un d'iceux accompli, demeureront les autres de nulle valeur.
FAIT à morlaix le 23 du mois de Novembre l'an mil ſept cens quarante cinq
François Labasque
En Vertu des ordres a nous adressés par Monseigneur le Comte de Maurepas

Figure 62 : Facture du transport de lingots de plomb provenant d'Angleterre entre Morlaix et Brest sur le navire la *Réussite*, 1745 (AN Mar, B3-432, 1745)

On y apprend que 407 saumons de plomb, provenant d'Angleterre, sont chargés à Morlaix, sur un navire privé nommé la *Réussite*, afin d'être livrés à Brest. Il est également stipulé que ce chargement a été ordonné par un membre de l'administration royale, un commissaire des classes, mais mis en œuvre par un négociant privé de la ville, le sieur Jacques Barthelemy. Enfin la livraison est faite dans le port de Brest, directement à l'intendant de la Marine sur place, à savoir le sieur Bigot de la Motte.
Il est particulièrement intéressant de constater ici une importation de plomb étranger, pour le compte de la marine royale, mais mettant en œuvre un réseau d'approvisionnement privé, à la fois au niveau du mode de transport employé et par un commerce auprès de particuliers. Il

[150] AN Mar B7-60, Juillet 1688 à décembre 1689, folios 253v – 254v.

s'agit ici d'un exemple concret d'une stratégie de contournement du roi pour maintenir un approvisionnement en plomb malgré le conflit de cette période entre la France et l'Angleterre.

Par la lecture d'une archive plus tardive, du début du XIXe siècle, on constate que ce type de transport, réalisé par des négociants et des ports successifs, est également appliqué pour des achats de plomb français : « *Paris, le 26 janvier 1818. Messieurs je vous prie de me faire connaitre à quel prix revient à Brest le plomb laminé qui s'y prépare aux forges de la Villeneuve. Il conviendra de faire entrer dans les éléments de cette appréciation le prix de la matière brute qui est fixée à 70 francs le quintal métrique par le dernier marché passé avec le concessionnaire des mines de Poullaouen, ainsi que les frais de transports de Morlaix à Brest, lesquels devront être évalués d'après le cours du commerce. […] Ministre secrétaire d'état au département de la Marine et des Colonies* »[151].

On peut donc envisager deux flux de matériau imbriqués pour le commerce du plomb, puisque des importations internationales existent mais qu'elles semblent ensuite transiter par un réseau de transports et de commerçants à une échelle régionale ou locale. Toutefois il faut préciser ici que cette hypothèse de travail ne s'appuie que sur de très rares mentions écrites, et nécessitera donc d'être étayée à l'avenir.

D'une manière plus large, certains ports pouvaient également bénéficier directement d'un affranchissement de taxes pour favoriser le commerce s'y déroulant. C'était notamment le cas pour la ville de Marseille à la fin du XVIIe siècle, comme en témoigne un mémoire sur le sujet, datant de Juillet 1686 : « *il est notoire qu'on n'a presque point de plomb dans le cru du Royaume que pourtant il s'en trouve toujours à Marseille une très grande abondance que les anglois y apportent tant à cause de l'afranchissement du port et parce qu'il s'y en fait une très grande consommation par moyen des manufactures qu'il y a en cette ville pour la grenaille […] en sorte que Marseille fournit toute l'Espagne, l'Italie et plusieurs autres pays chrétiens par la liberté que l'on a toujours eue de sortir le plomb travaillé […] l'abondance d'une matière qu'on ne trouve presque point dans le cru du Royaume et dont on a un extrême besoin* »[152].
Ici on ressent le besoin de l'auteur de valoriser les bénéfices engendrés par cet affranchissement afin de le préserver, car ces avantages financiers pouvaient être sujets à de nombreux changements au grès de la politique et de l'économie du royaume. C'est également un remarquable exemple d'un trafic de redistribution : Marseille travaille le plomb d'origine anglaise et le redistribue dans l'ensemble de la Méditerranée.

Les ports, qu'ils soient royaux ou privés comme Marseille, sont donc très impliqués dans les échanges du plomb et réalisent, pour certains d'entre eux, une grande part de leur économie par ce commerce (FIGURE 63).

[151] SHD Brest, 1A-141, 1818, folio 24r.
[152] AN Mar B7-492, 1685-1687, folios 265r-266r.



Figure 63 : Vue du port de l'usine de plomb « Bagillt » en Angleterre, avec la présence au sein de l'usine de navires pour transporter directement le plomb produit dans le reste de l'Angleterre et vers les ports de redistribution sur la côte (photo du site internet themeister.co.uk, XIXe siècle)

L'usage quasi exclusif des voies maritimes pour transporter le plomb commercialisé fait de l'archéologie sous-marine une source d'information privilégiée pour retrouver une trace de ces cargaisons perdues et comprendre leur mode de transport. En effet, au vue de la facilité de refonte de ce métal, les rares plombs ayant été égarés lors de convois terrestres ont dû systématiquement être récupérés pour être retravaillés. Ce n'est que grâce au milieu marin que certaines cargaisons de plomb ont donc pu parvenir jusqu'à nous, même s'il faut malgré tout mentionner ici qu'un grand nombre de pêcheurs et plongeurs ont, de tous temps et encore aujourd'hui, puisé dans ces réserves de métal gratuit.

De très rares documents écrits évoquent ces transports de plomb, mais ne fournissent malheureusement que des informations très lacunaires à ce sujet. Ainsi, une correspondance privée rédigée en 1745 mentionne l'envoi de plomb en saumons venant d'Angleterre, à destination de Rochefort et passant par Brest « *le tout bien conditionné et marqué de la Marque ci à côté* »[153] mais ne donne aucune autre précision concernant le lieu de stockage à bord, le mode de conditionnement ou encore le détail de la marque citée.

Pourtant, certaines de ces informations, comme le positionnement de la cargaison à bord et son mode d'arrimage, mettent directement en jeu la stabilité du navire et sa sécurité. Il pourrait donc sembler surprenant de ne pas en trouver de plus fréquentes mentions dans la documentation de l'époque. Cependant, il faut rappeler qu'un très grand nombre de savoirs, surtout manuels, n'étaient presque jamais transmis par l'écrit à l'époque moderne.

[153] AN Mar B3-432, 1745, folio 483.

Un des rares ouvrages détaillant le mode de chargement du lest, et par extension des lingots de plomb pouvant être employés comme tel, est celui rédigé par Boudriot en 1977 : «*Le lest volant est placé à l'avant, sous la plateforme de la fosse aux câbles et à l'arrière sous celle de la soute aux poudres ; il représente 30 tonneaux dans le cas de notre vaisseau. Je signale que le plomb est parfois utilisé comme lest sous forme de saumons plats en dessous et bombés au-dessus, la forme générale étant longue et rétrécie aux extrémités. Mais le plomb est surtout utilisé pour les vaisseaux à trois ponts* »[154]. On y apprend ici que le lest est placé sous les fosses et soutes des vaisseaux, soit en fond de cale, et on entrevoit la forme des lingots de plomb, même si elle reste assez vague. Le mode d'arrimage ou d'empilement des lingots n'est quant à lui pas abordé par cet ouvrage. Boudriot a certes, en grande partie repris l'*Encyclopédie* rédigée par Panckoucke, mais cette définition semble être sa création car elle ne se retrouve pas dans l'ouvrage d'origine (cf dictionnaire en volume II).

Il faut donc se tourner vers les épaves sous-marines et leurs cargaisons pour essayer d'obtenir ces informations. Malheureusement les sites suffisamment préservés pour permettre ces observations sont assez rares ; les données archéologiques seront présentées plus loin (cf 3.1.1).

La compréhension du mode de chargement du plomb à bord, est importante pour trois raisons principales. Il s'agit d'abord de mieux appréhender les quantités de plomb pouvant être transportées, mais aussi la manière dont ces masses pouvaient agir sur la stabilité et la marche du navire. Ensuite, il est nécessaire pour les archéologues de pouvoir restituer les gestes pratiques et les habitudes du bord. Ainsi, la manière dont ces cargaisons étaient portées à bord puis entreposées dans les fonds des navires, influe directement sur la façon dont les hommes pouvaient ensuite vivre et circuler sur leur navire. Enfin, la compréhension des modes de chargement du plomb est nécessaire pour être en mesure de restituer ces aménagements du navire au grand public, notamment par le biais d'expositions. Ces transports de plomb ayant été particulièrement nombreux et encore peu mis en valeur actuellement, il est primordial de favoriser la présentation de cette part importante du commerce maritime de l'époque moderne. L'exposition réalisée au musée de Flagstaff Hill en Australie, est à ce titre très intéressante car elle présente le transport des lingots de plomb ayant été découverts sur l'épave du *Loch Ard*, coulé en 1878 (FIGURE 64).

[154] BOUDRIOT 1977, tome 2, p. 94.



Figure 64 : Présentation des lingots découverts sur l'épave du *Loch Ard*, 1878, en position de stockage en fond de cale (photo Flagstaff Hill Museum, Australie)

Le choix scénographique du musée a été de présenter les lingots dans leur position de chargement à bord, en fond de cale. Ces lingots de forme parallélépipédique ont ici été empilés en quinconce et semblent posés directement sur le bois du fond de la cale. Cet empilement pourrait résulter d'un choix logique fait par les conservateurs du musée ou bien être la retranscription fidèle des découvertes archéologiques, mais en tout état de cause, il semble que l'alternance du sens des lingots ait été la meilleure alternative pour assurer la stabilité de lingots de cette forme.

Une source écrite plus ancienne, le dictionnaire de Marine de Willaumez publié en 1831, mentionne le mode de chargement des lingots et précise qu'ils devaient être arrimés, ce qui n'a pas été fait lors de l'exposition au Flagstaff Hill Museum : « *Objet de chargement qui s'arrime, comme les gueuses, au fond de la cale d'un bâtiment de commerce* »[155]. Cependant, dans sa définition du terme « saumon », l'auteur ne décrit pas la forme de cette masse de plomb, pesant d'après lui entre 100 et 200 livres et mesurant deux pieds de long. On ne peut donc déterminer si l'arrimage des saumons de plomb était seulement appliqué à une morphologie particulière ou s'il s'agissait d'une norme généralisée à tous les chargements. Il parait tout de même plus probable que l'ensemble des saumons aient été arrimés pour plus de précaution et ainsi, prévenir tout glissement qui aurait pu entrainer le déséquilibre du navire.

Ainsi, après avoir explicité les modalités d'extraction du minerai, de sa mise en forme et de son exportation, il est maintenant important de comprendre de quelle manière les plombiers travaillaient à l'approvisionnement des arsenaux, ports et navires.

[155] WILLAUMEZ 1831, p. 516.

2.3.3. Le métier de plombier

Pour y parvenir, il a d'abord été nécessaire de recueillir un maximum d'informations générales sur le métier de plombier, ses pratiques et ses règlements, avant de pouvoir se pencher sur la question d'une potentielle différenciation des productions à destination de la marine.

Le métier de plombier « de la mer » est particulièrement difficile à cerner et à définir car aucune mention de ce terme n'a pu être retrouvée au sein des dictionnaires de marine mis au jour actuellement. Cette appellation n'apparait que dans quelques dictionnaires généraux ou au sein de traités dédiés à ce métier. On pourrait voir dans cette absence le premier indice de la non spécialisation de ce métier pour les productions de plomb à destination de la marine.

Pour le milieu terrestre, les premières traces du travail du plomb dans les sources écrites officielles n'apparaissent pas avant la toute fin du XIIIe siècle, voire le début du XIVe siècle. Ainsi, en 1270, Etienne Boileau, prévôt de Paris, recense dans son *Livre des Métiers*, les différentes corporations de métier en activité à Paris à cette époque. Aucune corporation de plombier n'y est listée et le travail du plomb apparait réparti dans au moins deux corps de métiers différents. Il s'agit d'une part, des « *recouvreurs* », correspondant à des artisans spécialisés dans la couverture des bâtiments avec des tables de plomb soudées entre elles et d'autre part, des « *Ouvriers de toutes menues ouevres qu'on fait d'estain ou de plom* » pour la réalisation du petit mobilier en plomb[156], regroupés au sein de la corporation des Charpentiers.

Il faut attendre les XVIe et XVIIe siècles pour assister à une réelle centralisation du travail effectué sur le plomb au sein d'un corps de métier unique, ainsi qu'à une codification progressive de leurs statuts par les pouvoirs royaux. Ainsi, les statuts de 1549, promulgué par le roi Henri II, mentionnent cette fois spécifiquement les « *Plombmiers* » comme métier juré, soit en tant que corporation régulière. Puis, dans leur renouvellement par Louis XIV en 1648 on peut voir apparaitre le terme de « *Maistre Plombier* »[157]. Enfin, en 1696[158], on constate, dans un texte de Louis XIV, la création d'une nouvelle taxe pour les « *Plombiers-Fontainiers* ».
L'ensemble de ces documents législatifs permet de mettre en lumière la spécialisation et la structuration grandissantes de ce métier. La réalisation d'une estampe d'un plombier, dès la fin du XVIIe siècle, confirme l'intégration déjà complète de ce corps de métier au sein de la société civile (FIGURE 65). On remarque sur cette illustration que l'artisan représenté au premier plan est identifié comme plombier d'après ses outils caractéristiques (fers mahons, fers à souder, battes, soufflet, louche, marteau…) et son vêtement, fait de plusieurs de ses productions (feuilles autour de sa taille et tuyau emmanché sur son bras). On remarque

[156] BOILEAU env. 1270, titre XLVII et titre XIV
[157] Donnée fournie par Alfred Franklin dans son ouvrage *Dictionnaire des Arts, Métiers et Professions excercés dans Paris depuis le XIIIe siècle*, 1906, page 574.
[158] Louis XIV, décret du 17 juillet 1696.

également en arrière plan, deux plombiers en train de réaliser la soudure d'une longue conduite en plomb.



Figure 65 : Estampe réalisée par N. de L'Armessin, avec privilège du Roy : Habits de plombier, XVIIe siècle (estampe tirée du receuil de Michel Hennin, *Estampes relatives à l'Histoire de France*, Tome 74)

L'artisan travaillant le plomb voit donc progressivement son savoir-faire reconnu par la société, et celui-ci se voit encadré et protégé par la création d'une corporation, impliquant l'élection de deux maitres-jurés par an pour surveiller les plombiers et un apprentissage de quatre ans auprès d'un maitre pour tout nouvel arrivant.

L'ouvrage *Dictionnaire portatif des Arts et Métiers*, publié en 1766, reprend les mêmes datations pour la création de ce métier. Ainsi, on peut lire : « *A Paris les Plombiers forment une Communauté d'environ cinquante Maîtres, dont les derniers statuts, composés de quarante articles sont du mois de Juin 1648 ; par ces statuts ils sont qualifiés de Maîtres Plombiers-Fontainiers* »[159].

[159] MACQUER 1766, tome second, p. 417.

En compilant l'ensemble de ces sources, il serait donc possible de faire remonter l'apparition de maitres spécialisés en plomberie dès la fin du XVIe siècle en France.

Il est admis, pour les périodes anciennes (XVe-XVIe siècles), que l'absence de traités spécialisés soit comblée par un apprentissage oral. Les ouvriers confirmés prennent des apprentis qui apprennent le métier à leurs côtés pendant un certain nombre d'années avant de pouvoir exercer à leur tour. Cette durée est d'au moins quatre ans pour devenir un « maitre plombier » intégré à la corporation dès le XVIIe siècle. L'apprentissage se faisait donc par expérience et par reproduction du geste technique observé, sans aucun appui sur des sources écrites. Il faut donc attendre le XVIIe et surtout le XVIIIe siècle pour voir se diffuser les premiers traités spécialisés sur le travail du plomb, traduisant une codification de ce métier, et un transfert des savoirs par l'écrit. Toutefois, nous ne pouvons envisager que ces derniers aient eu une portée dépassant le cadre des érudits et des grandes manufactures situées dans les agglomérations importantes. Les plombiers installés en zone rurale ou faiblement urbanisée devaient quant à eux poursuivre leur apprentissage oral.

De plus, à ce jour, aucun document consulté ne laisse entrevoir l'existence d'écoles ou de centres de formation officiels pour la période étudiée. La formation des plombiers semble donc s'être construite par un apprentissage visuel et expérimental. Il est à supposer également que les plombiers les plus reconnus, ceux possédant les connaissances techniques les plus avancées, devaient circuler en apportant avec eux leur précieux savoir-faire. Une correspondance privée entre l'intendant de Rochefort et le ministre de la marine datant de 1750 témoigne d'ailleurs d'un appel de l'intendant à un artisan de Fécamp ayant réalisé toutes les fontaines du Havre, afin qu'il vienne réaliser à Rochefort les nouvelles conduites de distribution de l'eau dans la ville[160].

Cette recherche constante des meilleurs savoir-faire techniques pouvait donc se faire simplement au niveau régional comme on vient de le voir, mais parfois à une échelle internationale. Ces déplacements d'hommes à grande échelle sont intrinsèquement liés à des décisions politiques et à des accords inter-états. L'historien Bertrand Gille date les premières grandes circulations techniques et humaines de la période de la Renaissance, même s'il n'évoque pas spécifiquement le travail du plomb : « […] *noter les spécialités et les pays où l'on va les chercher, dont le choix peut dépendre soit de mobiles politiques, soit d'alliances royales. Mais au-delà, il y eut des déplacements spontanés, des initiatives individuelles qui permirent l'expansion de techniques nouvelles* »[161]. Cependant, il parait vraisemblable de penser que ce processus s'appliquait à tous les domaines techniques.

La très grande prédominance des anglais dans le domaine du travail du plomb peut laisser penser que certains plombiers étrangers aient pu venir en France pour y apporter leurs connaissances. Cela a notamment dû être le cas pour l'établissement des premiers laminoirs

[160] SHD Rochefort, 1E 148, 29 septembre 1750, folio 382.
[161] GILLE 1978, p. 584.

en France puisque cette machine a été conçue en Angleterre au moins 40 ans avant son adaptation sur sol français.

Ainsi, s'il est possible de retracer l'apparition progressive d'artisans spécialisés dans le travail du plomb pour le milieu urbain et terrestre, il n'en est pas de même pour la marine. Or, il est primordial, aux vues des quantités importantes de plomb embarqué à bord, d'envisager sérieusement la question du mode d'approvisionnement en plomb des armateurs, qu'ils soient privés ou royaux. Est-on en présence d'un circuit interne aux ports et aux arsenaux, avec des plombiers entièrement dédiés à la marine, ou s'agit-il plutôt de commandes passées à l'extérieur des ports, auprès de plombiers non spécialisés, ces deux hypothèses n'étant pas forcément contradictoires.

D'après les études historiques les plus récentes[162], plusieurs cas de figure peuvent se rencontrer pour l'approvisionnement des arsenaux de la marine royale :

- L'arsenal produit directement la totalité, ou une partie, de ce dont il a besoin :
    - Par le biais d'ouvriers « entretenus », c'est-à-dire employés à l'année et ayant une garantie d'emploi, ou de « journaliers », soit des ouvriers employés à la journée et que l'on congédie quand le travail est terminé.
    - En déléguant tout ou une partie de la tâche à un entrepreneur extérieur, avec lequel un marché d'adjudication est signé. Une mise en concurrence est régulièrement pratiquée avant le choix de l'attribution du marché. Les conditions du contrat sont explicitement décrites dans le marché signé. Dans ce cas, il s'agit d'un contrat de main d'œuvre, de « façon ». Matériaux, outils sont prêtés par le roi. L'entrepreneur prend à sa charge l'emploi des ouvriers nécessaires à la tâche définie.
- L'arsenal se fournit à l'extérieur de ses murs :
    - Par de petits marchés passés de gré à gré, avec un ou des artisans locaux ou de proximité. Il s'agit en général de compléter les manques ponctuels à moindre coût en allant au plus vite. Les artisans, intéressés par les gains potentiels, sont très réactifs.
    - Par le biais d'un gros fournisseur extérieur. Il s'agit principalement de marchés pour des commandes importantes, et sur une durée plus ou moins longue. Ces marchés généraux sont l'objet de longues tractations, de concurrence et d'enjeux économiques forts. Ils peuvent concerner toute la chaîne depuis l'approvisionnement jusqu'à la transformation, ou ne s'appliquer qu'à la production d'objets précis, aux normes techniques très détaillées.

[162] Ces informations nous ont été fournies par notre professeur Martine Acerra mais aussi par la lecture des pages 82 à 104 de la thèse de David PLOUVIEZ *La marine française et ses réseaux économiques au XVIIIe siècle,* 2014, 550p.

Ces différentes formules ne sont pas forcément antagonistes et peuvent parfois être conjuguées afin d'obtenir les meilleurs coûts de production pour un rendement maximum. C'est en effet le but premier des intendants du roi. La situation peut également être réadaptée si les contextes économique et politique changent au cours de la période. Il faut donc se pencher minutieusement et chronologiquement sur les informations recueillies à ce jour sur les modes de production du plomb dans les arsenaux.

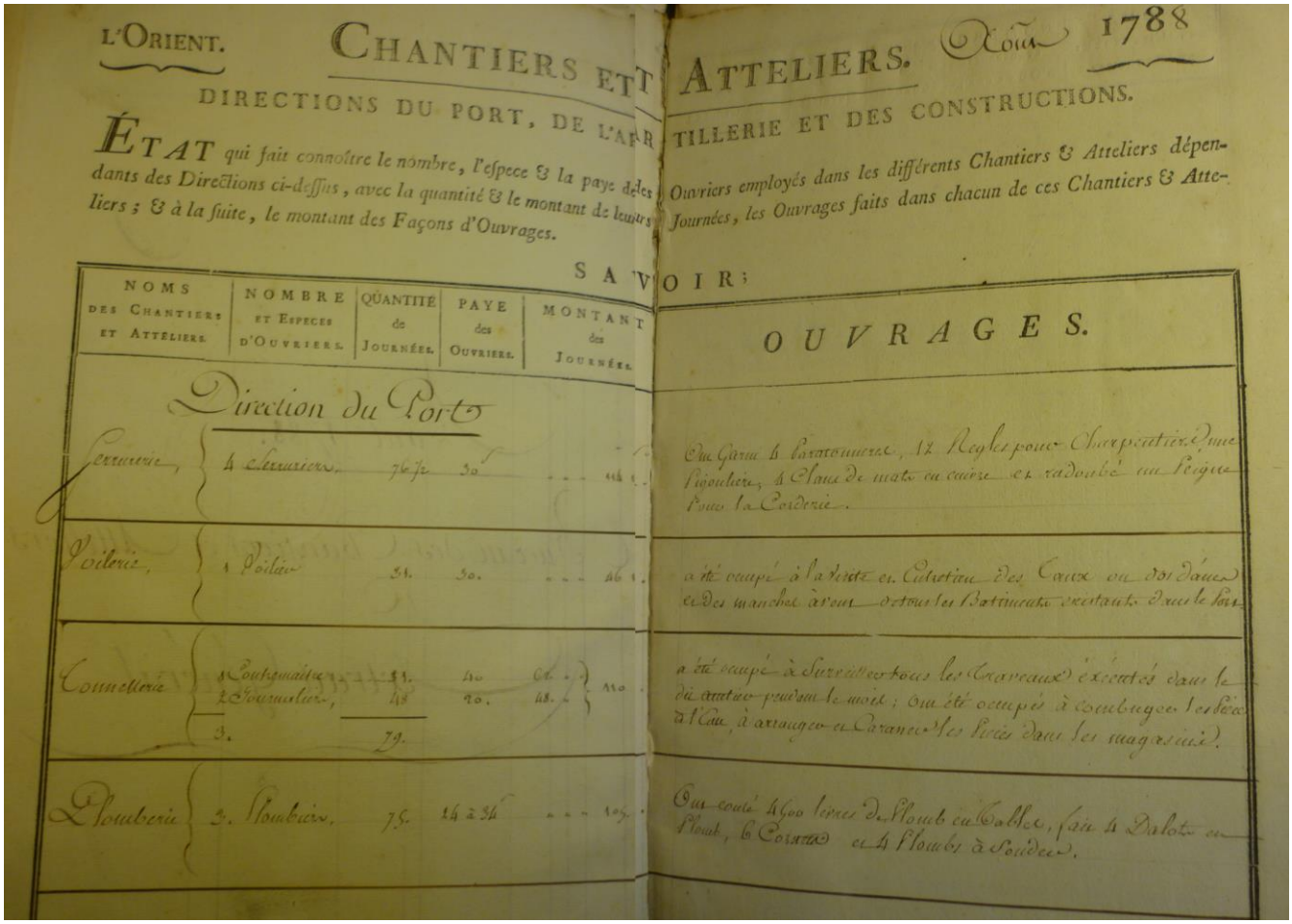
Le mobilier retrouvé à bord des navires n'étant pas spécifiquement dédié au monde marin, hormis les plombs de sonde, et le terme de plombier n'apparaissant jamais dans les dictionnaires de marine dépouillés, il parait vraisemblable d'imaginer que les plombiers fournissant la marine ne soient pas spécialisés dans ce seul domaine.

Aucun document n'a pu être retrouvé pour le XVIe siècle, mais une archive administrative de la fin du XVIIe siècle atteste du travail de plombiers situés en ville mais exerçant pour le compte de la marine : « *Jean Remy, plombier de Rochefort, a converti le plomb en saumon qui lui a été délivré du magasin de cet arsenal en « plomb en toile pour doubler le fond des vaisseaux ». Sera payé à 28 livres le millier* »[163]. Il est intéressant de constater que le plombier de la ville, reçoit la matière première directement du magasin de l'arsenal pour ensuite réaliser du plomb en toile, c'est-à-dire en table, qui servira à doubler les navires du port. Cet ouvrier travaille donc, hors de l'arsenal lui-même, mais pour l'usage direct de la marine royale. On peut donc parler ici, au vue des conditions de travail mentionnées dans le contrat, d'un marché de « façon » si l'on se réfère au terme présenté plus haut.

Cependant, la consultation de documents d'archives de la marine nationale, et notamment d'inventaires d'arsenaux rédigés par des intendants de la marine, laisse entrevoir l'existence d'autres modes d'approvisionnement. Ces inventaires constituent des sources extrêmement fiables pour évaluer le travail des plombiers dans ces ports royaux, et ce, sur plusieurs années. Or, lors de leur dépouillement, un grand nombre de plombiers sont régulièrement cités comme étant employés directement au sein des arsenaux royaux.
C'est notamment le cas sur l'une des listes de dépense des ateliers du port de Rochefort sur laquelle on retrouve la mention de trois plombiers, employés sur 72 journées par l'arsenal[164]. Ce document précise également que ces ouvriers : « *ont été occupé pour l'utilité du magasin général* », formulation ne laissant plus aucun doute sur leur présence physique au sein du port lui-même.

Des exemples supplémentaires de l'emploi de plombiers journaliers ont été mis au jour. Ainsi, sur le document suivant, on note la présence de trois plombiers, engagés sur 15 journées, dans le port de Lorient en Août 1788 (FIGURE 66).

[163] AD 44, Ferrand XXXIV/21, 4 juin 1698.
[164] AN Mar D1-41, 1784, folio 11r.


L'ORIENT. CHANTIERS ET ATTELIERS. 1788

DIRECTIONS DU PORT, DE L'ARR TILLERIE ET DES CONSTRUCTIONS.

ÉTAT qui fait connoître le nombre, l'espece & la paye des Ouvriers employés dans les différents Chantiers & Atteliers dépendants des Directions ci-dessus, avec la quantité & le montant de leurs Journées, les Ouvrages faits dans chacun de ces Chantiers & Atteliers ; & à la suite, le montant des Façons d'Ouvrages.

SAVOIR :

NOMS DES CHANTIERS ET ATTELIERS	NOMBRE ET ESPECES D'OUVRIERS.	QUANTITÉ de JOURNÉES.	PAYE des OUVRIERS.	MONTANT des JOURNÉES.	OUVRAGES.
Direction du Port					
Serrurerie	4 Serruriers.	76 Je	30		Ont fait 4 Paratonnerre, 12 Regles pour charpentier, 2 mes Piquoirs, 4 Plaques de mats en cuivre et radoubé un Regle pour la Corderie.
Voilerie	1 Voilier	31.	30.		a été occupé à la Vérité et Entretien des Canots ou doris dans et des manches à vent dans les Batimants existants dans le Port.
Connetterie	1 Contremaître, 2 Journaliers,	31. 48	40 20.	48.	a été occupé à Surveiller tous les Travaux d'exécutés dans le dit Quartier pendant le mois ; ont été occupés à Embuger les Pieces à l'Eau, à arranger et Paraner les Pieces dans les magasins.
	3.	79.			
Ploublerie	3. Ploubiers.	75.	14 à 34		Ont coulé 1600 livres de Ploub en Table, fait 4 Dalots en Ploub, 6 Ecubiers et 4 Ploubs à Soudure.

Figure 66 : Liste des ouvriers du port de Lorient et des ouvrages qu'ils réalisent, 1788 (AN Mar D1-53, 1788, folio 3)

Ici encore, les ouvriers viennent de l'extérieur mais travaillent au sein d'une « plomberie ». Il est toutefois difficile de statuer sur la réalité concrète de ce terme. En effet, il n'est pas possible de dire s'il s'agit là d'un lieu de production bien spécifique ou si ce n'est qu'un terme administratif employé par les intendants afin de classer les pôles de dépense plus clairement dans leurs registres.

D'autres archives de la même période, fin du XVIIIe siècle, confirment le maintien, parallèllement à ces ouvriers journaliers, de contrats de façon. Ainsi un marché passé pour l'arsenal de Toulon, détaille à la fois la nature des éléments en plomb produits mais aussi la manière dont l'ouvrier, doit s'approvisionner en matière première et en outils. Les conditions de travail sont ici explicitement mentionnées dans le contrat : « *A fabriquer dans la fonderie Royale de ce port. […] balles de tous calibre, tuyaux pour dalots et écubiers, écritoires, plaques et plomb en table avec le tarif à l'achat. L'entrepreneur chargé de ce travail se sert dans les Magasins du Roy et les ouvrages qu'il façonne seront stockés ensuite aussi dans les Magasins du Roy. Les outils, les engins et le fourneau lui sont prêtés pour la durée du bail et*

doivent être rendus en bon état à la fin. Achat des fournitures complémentaires »[165]. La nature juridique du lien existant entre le plombier et le port apparait clairement : il s'agit d'une adjucation, d'un contrat avec un personnel venant de l'extérieur mais travaillant dans et pour le port directement.
Il semble donc que les arsenaux employaient des plombiers « terrestre » pour réaliser les ouvrages en plomb nécessaires à l'approvisionnement des navires, qu'ils soient journaliers ou sous adjucation. A ce jour, aucun plombier entrenu n'a été retrouvé dans les archives consultées.

Il faut toutefois noter qu'une évolution semble apparaitre puisqu'à la fin du XVIIe siècle les ouvriers sous contrat de « façon », excercent à l'extérieur des ports, tandis qu'à la fin du XVIIIe siècle, ils semblent plutôt réaliser leurs ouvrages à l'intérieur du port lui-même, qu'ils soient journaliers ou sous contrat. Une « internalisation » de la fabrication du plomb œuvré pourrait donc avoir eu lieu mais il pourrait tout à fait s'agir ici d'un effet des sources puisque cette hypothèse n'est étayée que par de rares documents, principalement datés de la fin du XVIIIe siècle. Un approfondissement de cette question serait donc très utile à l'avenir.
La pratique de marchés ponctuels ou d'ouvriers employés à la journée est particulièrement avantageuse pour pouvoir réagir ainsi très rapidement aux changements politique ou économique qui influencent constamment l'activité des ports.

Le plomb brut quant à lui, stocké dans les magasins généraux, provient principalement d'importations étrangères comme nous l'avons déjà évoqué, ou via des négociants fançais privés. Nous pouvons citer ici comme exemple, le marché passé avec le sieur Bottereau, négociant de Rouen et fournisseur d'une production bien spécifique, les plombs laminés, pour les ports de Rochefort, Brest et du Havre pour une durée de six ans[166].

Mémoire concernant le marché passé avec le sieur Bottereau, pour la fourniture des plombs laminez.
Autres Lieux
Mémoire, à Versailles le 4 Février 1750
Le Sieur Bottereau Négociant à Rouen a esté chargé jusqu'à présent de la fourniture du plomb laminé nécessaire pour les services de la Marine dans les différents ports, et le présent marché luy en a esté renouvellé le 11 Janvier 1749 pour six ans aux prix et conditions cy après :
Pour les ports de Brest, de Rochefort et du Havre
Le plomb laminé d'une ligne à 3 lignes d'épaisseur…..310
Celuy de deux tiers de ligne……360.
Celuy de demy ligne……410.

[165] MS 38, Marchés pour les travaux dans les atteliers de la Marine. Recueil de Marchés pour façon d'ouvrages et Main-d'œuvre dans un Arsenal de Marine. Tome 2, Toulon, 30 janvier 1786, folio 106r.
[166] AN Mar B2-339, folio 357, 1750.

L'on ne parle point ici du prix des plombs laminez pour Toulon et Marseille parce qu'on n'en demande jamais pour ces ports.
Le transport jusqu'au Havre se fait aux frais et aux risques du Sieur Bottereau qui est, de plus, assujetti à la retenu des 4 deniers pour livre.
Si les prix sont un peu plus forts que ceux de la manufacture, c'est qu'il a fallu tenir compte au Sieur Bottereau des frais d'emballage, de transports et des commissions.

Ainsi, ce document atteste de l'existence de contrats à long terme et à forts enjeux économiques négociés entre l'Etat et certains entrepreneurs français importants.

Au début du XIXe siècle, ces marchés peuvent être passés par les intendants de marine ou par les ports eux-mêmes : « *Brest, le 9 janvier 1819. Monseigneur, la demande qui m'a été adressée le 28 novembre du port de Rochefort de 15 000 K° de plomb en saumons m'a fait présumer que votre Excellence pouvait avoir donné l'ordre aux administrateurs en chef des autres ports de me faire connaitre leur besoin. Je dois à cette occasion vous faire observer que notre existant ne nous permet pas d'y satisfaire et que même pour notre service particulier nous avons un restant à pourvoir d 15 000 K° il sera nécessaire qu'un nouveau marché satisfasse tant à nos besoins qu'à ceux d'autres ports que nous devrions approvisionner. […] si son Excellence traitera directement avec les cessionnaires des mines de Poullaouen, comme cela a déjà eu lieu, ou si le port sera chargé de la passation de ce marché* »[167].

Il semblerait donc que les productions manufacturées des plombiers soient plutôt gérées par l'adminstration royale, via des contrats ponctuels, modulables suivant l'activité du port, tandis que l'approvisionnement en matière brute ou semi-manufacturée comme le sont les lingots et les plombs en table, passe plus fréquemment par des contrats plus importants, s'appliquant sur de longues périodes. Cette différence pourrait résulter du fait que l'apport en plomb comme matière première représentait des volumes importants et devait être ininterrompu pour satisfaire les besoins constant de la marine royale mais aussi de l'ensemble de la consommation française. Ces marchés constituaient donc des enjeux économiques et politiques majeurs, pour lesquels l'Etat devait préférer établir des contrats stables, appremment négociés au préalable. Toutefois, la découverte d'un certain nombre de plombs en table coulés par des journaliers (FIGURE 66 supra) laisse entrevoir une réalité pouvant être plus nuancée, avec des commandes de plomb semi-brut passées de manière complémentaire au sein de l'arsenal lui-même.

La même problématique existe pour la marine marchande mais malheureusement à ce jour, il est quasiment impossible d'y répondre de manière certaine. En effet, si de très nombreux documents (inventaires, correspondances, mémoires etc.) sont exploitables pour la marine royale, il n'en est pas de même pour le reste de la marine. Cette différence n'est pas due à un manque de soin des armateurs privés mais plutôt à un problème d'accès à ces

[167] SHD Brest, 1E-587, Matériel, 1er semestre 1819, folio 10 r – v.

archives qui s'avèrent bien souvent difficiles à consulter car dispersées au sein de domiciles privés repartis partout en France, ou qui ont souvent été détruites ou perdues au fil du temps.

2.3.4. Spécificité des productions des plombiers des arsenaux

Si l'on ne peut donc être affirmatif pour la situation des ports privés, il semble certain que des plombiers venaient spécifiquement mettre en forme le plomb destiné à la marine royale. Cependant, il est impossible de dire grâce aux informations recueillies jusqu'ici, si ces derniers travaillaient exclusivement pour le domaine maritime ou s'ils pouvaient être polyvalents en exécutant des ouvrages pour la vie terrestre leurs jours de relâche, ce qui semblerait plus logique.

Si l'on se penche maintenant sur le détail des ouvrages réalisés par ces artisans, on constate leur très grande variété : plomb en table, dalots, cornets et plombs à sonder (FIGURE 67).

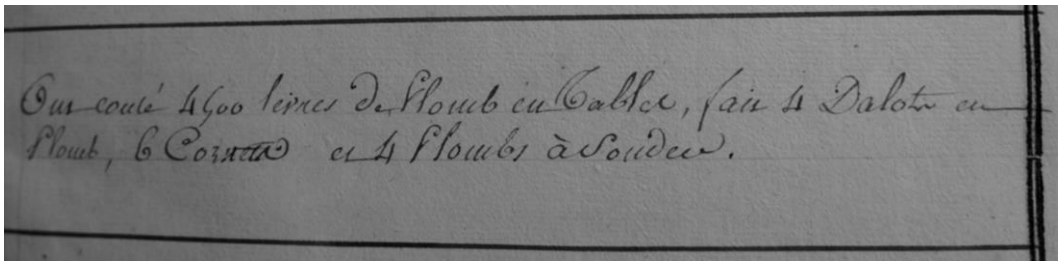


Figure 67 : Détail des ouvrages réalisés par les plombiers du port de Lorient, 1788 (AN Mar, D1-53, 1788, folio 3)

Le terme de cornet est étonnant puisqu'il est le seul qui n'apparait pas comme un élément de plomb dans les dictionnaires de marine consultés. Les défintions font généralement référence à un aménagement en bois autour du mât d'artimon, nommé « cornet de mât », et dans de rares cas, elles évoquent un « cornet d'épisse », sorte d'instrument pointu en matière solide, servant à épisser des cordages. Ainsi, si l'on imagine que ces cornets, réalisés par les plombiers des arsenaux, aient pu servir à épisser des cordages, l'emploi de ce métal remet toutefois en question cette hypothèse tant sa malléabilité ne semble pas convenir à un tel usage en force et répétitif. Fort heureusement, une définition semblant plus cohérente a finalement été découverte, lors de la lecture de l'ouvrage intitulé *Dictionnaire universel de commerce*, rédigé par Jacques Savary des Bruslons. Ainsi, on peut lire en page 1109 la définition suivante : « *cornet d'écritoire : c'est la partie de l'écritoire, ou l'on met l'encre. Il y en a d'or, d'argent, de cuivre, de corne, de plomb & de verre. Les cornets de plomb font partie du négoce des Maitres Papetiers ; les autres aussi-bien que ceux de plomb se vendent par les Merciers ; mais ce sont les Orfèvres qui font ceux d'or et d'argent* »[168]. Il semblerait donc plutôt que le terme de cornet de plomb soit employé à l'époque comme un synonyme de nos encriers actuels.

[168] SAVARY DES BRUSLONS 1726, p. 1109.

Cette variété de production de plombs manufacturés pourrait être illustrée par la quasi-totalité des inventaires d'arsenaux parcourus lors de cette thèse. A titre d'exemple, nous présenterons ici le détail de la production des plombiers employés par le port de Toulon en Juillet 1788 (FIGURE 68). Cette liste est d'ailleurs intitulée « plomb œuvré » ce qui confirme l'orientation de leur travail. On remarque ici la présence d'une très grande quantité d'éléments de plomb destinés à équipés certains vaisseaux de l'arsenal comme des « plaques pour bouteilles », des « tuyaux », « cuvettes » ou « dalot »[169].

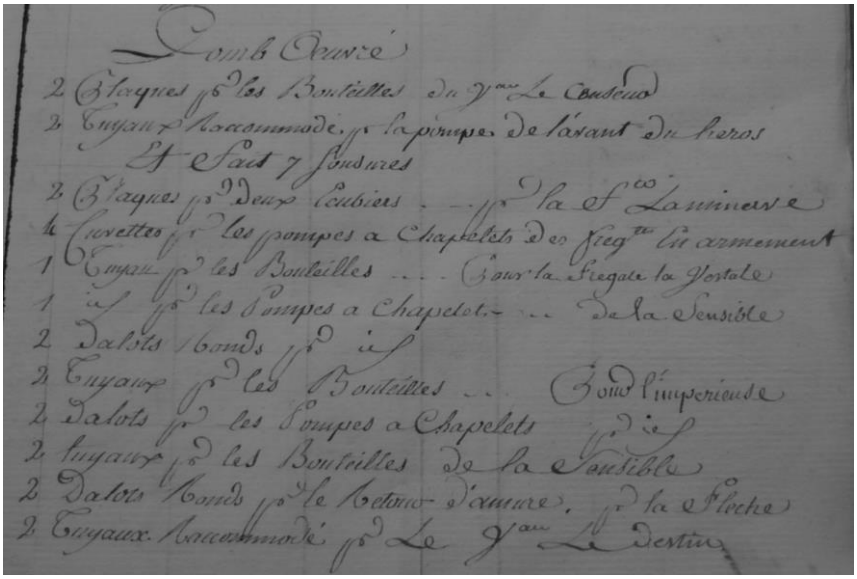

Plomb Ouvré
2 Plaques p.r les Bouteilles du P.r Le Couronné
2 Tuyaux Accommodés p.r la pompe de l'avant du Heros
Et Sont 7 Soudines
2 Plaques p.r Deux Ecubiers ... p.r la F.te La Minerve
4 Cuvettes p.r les pompes a Chapelets des Frég.tes Lle armement
1 Tuyau p.r les Bouteilles ... Pour la Fregate la Postale
1 id p.r les Pompes a Chapelet ... de la Sensible
2 Dalots Bandés p.r id
2 Tuyaux p.r les Bouteilles ... Bond l'Imperieuse
2 Dalots p.r les Pompes a Chapelets id
2 Tuyaux p.r les Bouteilles de la Sensible
2 Dalots Bandés p.r le Retour d'Asmne. p.r la Fleche
2 Tuyaux Accommodés p.r Le P.r Le Dertin

Figure 68 : Inventaire des productions des plombiers du port de Toulon, Juillet 1788 (AN Mar D1.53, 1788, folio 112 v)

Il est donc intéressant de noter que les plombiers des arsenaux produisaient à la fois les éléments pesants et volumineux entrant dans l'architecture des navires comme les dalots, les écubiers, tuyaux ou autre, mais aussi l'ensemble du petit mobilier de plomb équipant le navire[170]. Ces productions, hormis les plombs de sonde, n'étant absolument pas spécifiques à la marine, elles pourraient donc être trouvées dans le commerce extérieur aux ports. Ainsi, il est fort probable que les armateurs privés se soient quant à eux approvisionnés auprès des plombiers ou merciers des villes.

Il faut toutefois signaler que le petit mobilier du bord n'est qu'exceptionnellement listé dans les archives des arsenaux consultées à ce jour, or il équipait pourtant l'ensemble des navires de cette période, militaires ou civils. Cette faible récurrence dans les productions internes aux arsenaux pourrait laisser penser qu'il devait être commandé auprès de plombiers situés en ville et non spécialisés dans la marine. Il ne s'agit pourtant ici que d'une simple hypothèse de travail ; l'absence de ces éléments dans les archives ne pouvant prouver à elle seule leur fabrication par d'autres plombiers. D'autre part, la plupart de la documentation retrouvée datant principalement du XVIIIe siècle, il est impossible de dire si la situation est restée la même au cours de toute la période étudiée ici ; les agents du roi cherchant en permanence à

[169] Ces artefacts seront présentés au chapitre 2.4. d'après leurs données documentaires et au chapitre 4.2. par une analyse archéologique.
[170] Idem, une présentation de l'ensemble de ce mobilier en plomb est fournie aux chapitres 2.4. et 4.3. de ce volume.

réaliser des économies il serait vraisemblable que cette structuration du mode d'approvisionnement en objets manufacturés ne soit pas restée immuable.

Il faut aussi ajouter ici que la question de la fabrication de certaines pièces d'équipement du navire, telles que les platines ou les crépines par exemple, reste entière car elles n'ont jamais été retrouvées mentionnées dans ces inventaires d'ateliers. Toutefois, elles apparaissent dans certaines listes du mobilier présent dans les magasins généraux des arsenaux ce qui suggèrerait un approvisionnement extérieur.
Enfin, une dernière production n'est jamais mentionnée dans les listes des ouvrages produits par les plombiers des arsenaux : les munitions. Contrairement aux deux objets précédents, cette absence est explicable. En effet, les sources historiques révèlent qu'il s'agit là d'une prérogative de l'armurier et non du plombier. Il s'agit donc d'un circuit commercial totalement extérieur aux plombierx, du moins dans les sources officielles. Ainsi, la découverte d'une correspondance privée faisant état d'une commande de balles de plomb auprès d'un plombier « terrestre » pourrait attester de ces contournements des règles suivant les besoins du port et les finances disposnibles notamment (FIGURE 69).

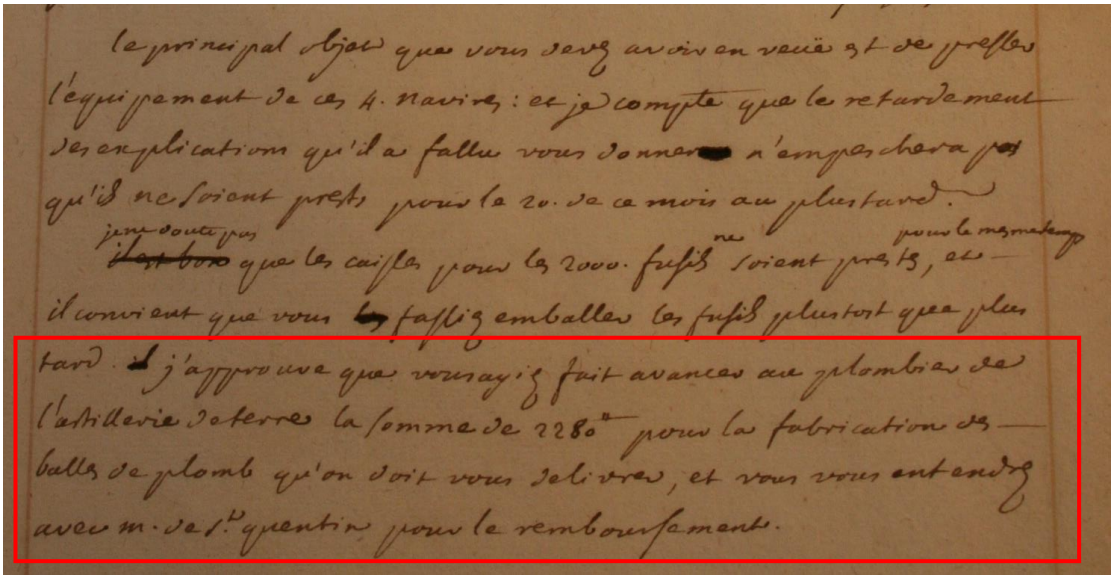


Figure 69 : Commande de balles de plomb pour l'armement d'un navire auprès d'un plombier de l'artillerie de terre, port du Havre (AN Mar B2-320, 1743, folio 293r)

On peut lire dans l'encadré rouge : « *Le Havre. M. Derhigny* […] *j'approuve que vous ayez fait avance au plombier de l'artillerie de terre de la somme de 2280 deniers pour la fabrication des balles de plomb qu'on doit vous livrer* », extrait qui emploie spécifiquement le terme « terrestre » pour qualifier le travail de cet ouvrier.

Ainsi, s'il apparait maintenant clairement que des plomberies employant des ouvriers journaliers existaient bien dans certains arsenaux royaux à la fin du XVIIIe siècle, il faut reconnaitre que des plombiers « terrestres », basés dans les grandes villes attenantes, travaillaient parfois également à la réalisation d'ouvrages destinés à l'armement des navires par le biais d'adjucations ponctuelles ou de contrats de façons. Il devait s'agir pour la plupart

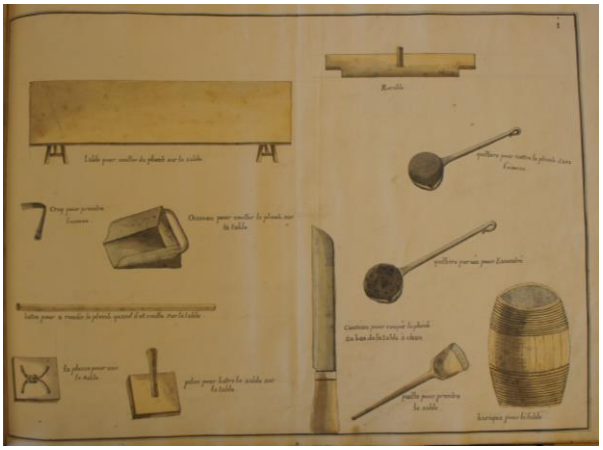
du temps de petit mobilier non spécifique au milieu maritime mais il n'est pas impossible que dans un certain nombre de cas, le recours à leur aide pour des ouvrages plus importants ait pu avoir lieu. Finalement il semblerait qu'il n'y ait pas existé de plombiers uniquement spécialisés pour le domaine maritime, mais qu'ils aient plutôt été des généralistes, capables de répondre à des besoins très variés.

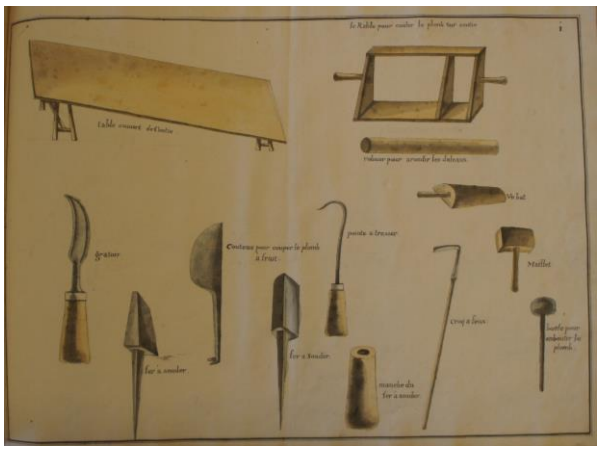
Après s'être attardé sur les questions de la pratique de la plomberie dans la marine, il semblait nécessaire d'essayer de retrouver des informations sur le matériel qui y était employé, notamment afin d'estimer si des différences notables existaient avec l'outillage des ateliers de plombiers « terrestres » déjà présentés (cf 2.2.2 à 2.2.5).

Puisque ces artisans n'étaient pas exclusivement tournés vers la mer, il n'existe quasiment aucun document illustrant leur travail au sein des ports. C'est la raison pour laquelle le *Recueil Général des Outils dont on se Sert dans les Atteliers d'un Port de Marine*, datant de 1738 et conservé au Service Historique de la Défense de Brest est si précieux. En effet, y sont présentés, sur quatre planches, la majorité des outils couramment employés par les plombiers du port (FIGURE 70).









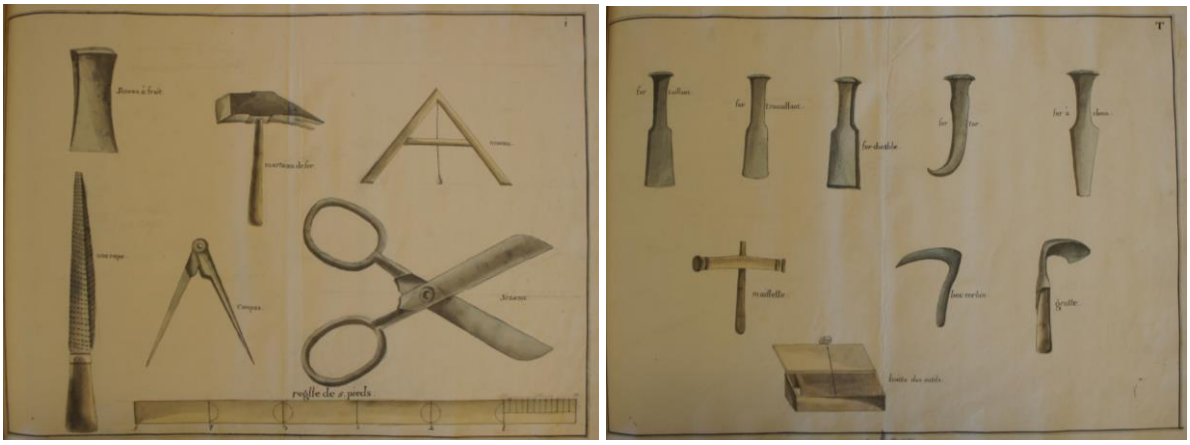


Figure 70 : Manuscrit Bellec, 1738, présentant les outils du plombier dans un port de la Marine (SHD Brest, R 34 45)

Si l'on détaille ces illustrations il est frappant de constater qu'il s'agit des mêmes outils que ceux représentés par les traités des XVIIIe et XIXe siècles portant sur les plombiers. Sont ainsi identifiables les deux types de moules à tables de plomb (sable et toile), les râbles, cuillères percées, couteaux, planes, battes et autres instruments utiles à la coulée et au repli des tables formées, mais aussi les ciseaux, compas, marteaux, règle et coins nécessaires au tracé et à la découpe de formes dans les feuilles de plomb.

L'uniformité et la persistance des outils du plombier semblent donc totales et elles sont d'ailleurs confirmées par l'observation du travail des plombiers du château de Versailles, comme nous le verrons ultérieurement (3.2.). La terminologie employée pour nommer ces différents outils se maintient également tout au long de la période étudiée ici, et s'est transmise jusqu'à certains plombiers actuels. Cette grande stabilité peut en partie s'expliquer par le fait qu'il s'agisse d'outils très simples mais s'avérant particulièrement efficaces pour travailler le plomb. Ainsi, nul besoin n'a été ressenti d'inventer de nouveaux instruments. L'auteur Roret, dans son ouvrage datant de 1854 précise que le plombier ne possède que peu d'outils et qu'ils sont très simples, ce qui confirme cette analyse : « *Les outils du plombier sont simples et peu nombreux. Ces sont des marteaux, des maillets, un dressoir pour aplatir le plomb, un adoucissoir pour le courber en gouttières, plat d'un côté, arrondi de l'autre et d'environ 50cm de longueur, des fers à souder, un couteau exprès pour couper le plomb au marteau et des planes semblables à celles du menuisier pour polir et adoucir les bords et les biseaux qui en ont besoin* »[171].

Rappelons aussi que les grands principes de l'élaboration et du travail du plomb ne subissent pas non plus de profonds changements au cours de la période étudiée. On assiste seulement à une amélioration progressive des fours et des combustibles employés ainsi qu'à un changement du matériau utilisé pour les moules à lingots. La seule véritable innovation dans la plomberie réside dans l'apparition du laminoir à la fin du XVIIe siècle en Angleterre, puis à sa diffusion progressive à l'ensemble des pays européens.

[171] RORET 1854, p. 20.

Enfin, pour terminer l'étude de cette profession, il aurait été intéressant de voir si ce corps de métier, particulièrement exposé au plomb, développaient des pathologies de type saturnisme, c'est-à-dire liée à une intoxication directe au plomb, ou des carcinomes qui sont provoqués par les sels de plomb notamment arsenicaux. Cependant, cet aspect de la recherche ne sera pas présenté ici car il s'agit là d'une étude à part entière, à réaliser grâce à l'apport de l'histoire de la médecine et des analyses anthropologiques menées sur des squelettes de plombiers décédés.

2.3.5. Des plombiers à bord ?

Les modalités de l'approvisionnement en plomb des navires, préalablement à leur mise à l'eau et à leur départ en mer, ayant été détaillées, il s'agissait ensuite de s'attarder sur la place occupée par les plombiers lors de leurs navigations. La présence de plombier à bord, pour y travailler le plomb et remplacer les pièces qui viendraient à manquer, était donc une question incontournable dans cette recherche.

En effet, la consommation de plomb à bord pouvait être très importante, notamment pour remplacer les biens consommés ou abimés lors de leur utilisation. Nous faisons référence ici principalement aux balles de plomb, aux platines des canons, aux poids de pêche, ou encore aux plombs de sonde. De plus, dans les cas où le navire présenterait une voie d'eau ou une fuite à colmater, il est nécessaire d'employer au plus vite du plomb pour boucher ces ouvertures. Enfin, la casse de certaines pièces d'équipement du bord peut nécessiter la création d'artefacts en plomb de remplacement, comme des lampes à huile ou des encriers par exemple. Ainsi, une très grande quantité de plomb doit non seulement être embarquée préalablement, mais il faut également travailler le plomb directement à bord pour répondre à ces besoins parfois très urgents.

La lecture des inventaires d'armement ou de désarmement de certains bâtiments permet de constater la présence d'outils spécialisés dans le travail du plomb, ce qui vient corroborer l'hypothèse d'un travail réalisé sur le navire lui-même. A titre d'exemple, l'inventaire de désarmement du vaisseau la *Paix*, datant de 1713[172], mentionne un creuset, un soufflet et des mandrins ; instruments particulièrement utiles à la réalisation d'ouvrages complexes, coulés en plomb. Toutefois, malgré ces indices pouvant laisser penser à la présence de plombiers à bord, au même titre que d'autres artisans tels les charpentiers et calfats, aucune mention d'un tel poste n'a pu être retrouvée dans l'ensemble des listes d'équipage consultées à ce jour.

Le travail du plomb, si nécessaire au fonctionnement du navire devait donc être effectué par d'autres corps de métier, probablement suivant les propres besoins de chacun. Pour n'en citer

[172] AD 35, 9B 249.

que quelques uns, le maître calfat, comme nous le verrons plus loin, est en charge de tenir prêt des feuilles de plomb afin de réparer toute voie d'eau qui se déclarerait (cf 2.4.2).
Le maître d'armes ou canonnier quant à lui doit avoir à disposition des couvres-lumières en plomb en quantité suffisante pour faire fonctionner l'ensemble des canons du bord. De plus, il lui incombe de gérer le stock de munitions au cours des navigations du navire (cf 2.4.3).

Certaines archives listent des « cuillères à fondre le plomb » chargées à bord dès l'armement du navire, ce qui vient confirmer le besoin de pouvoir réaliser de nouvelles munitions même en pleine mer[173]. Ces instruments apparaissent au sein de la liste du matériel du chaudronnier, appuyant ainsi l'hypothèse d'un travail du plomb à bord réalisé par une multitude de corps de métier, excepté un plombier. La fonte, la découpe et le modelage du plomb étant particulièrement aisés à mettre en œuvre, il ne semble pas incohérent d'imaginer que les armateurs n'aient pas engagé de plombiers dans leurs équipages afin de réduire leurs frais de personnel.

2.4. Le plomb embarqué d'après les sources historiques

Les données historiques nous ayant permis de retracer les activités des plombiers pour approvisionner la marine, il paraissait maintenant important de s'attarder sur les précisions qu'elles peuvent fournir au sujet de l'équipement en plomb des navires.

Ainsi, afin d'appréhender l'ensemble des données inclues dans le mobilier archéologique découvert, il est indispensable de pouvoir se référer à la documentation historique le mentionnant sur la même période. En effet, le mobilier archéologique ne doit pas être simplement considéré comme un artefact technique, car son étude permet également d'approcher les contextes culturel et économique dans lesquels il pouvait être mis en œuvre à bord et d'une manière plus large, de mettre en lumière les circuits techniques et économiques entourant sa production. L'exploitation des sources documentaires permet, non seulement de retrouver la terminologie historique adaptée à l'identification du mobilier concerné, mais aussi de fournir une description de l'état initial officiel de l'objet à bord, d'apporter un témoignage sur son mode de mise en œuvre, ou encore de contextualiser sa provenance.

Cette démarche scientifique rend également possible la création d'une liste d'armement idéale, théorique, du mobilier en plomb embarqué sur la marine en bois de cette époque. Cette liste théorique découle du travail d'analyse de traités officiels de navigation, de dictionnaires de marine, mais aussi de listes d'armement et de désarmement, retrouvées lors de cette recherche. Il faut toutefois garder à l'esprit plusieurs contraintes limitant les résultats de ce travail. Tout d'abord, l'armement d'un navire varie suivant sa taille et son usage. Ainsi, une frégate armée pour la course ne possédera pas les mêmes équipements qu'un navire privé,

[173] AN Mar- D1 54, 1640, folio 1.

destiné au cabotage. La quantité de matériel embarqué est, en effet, directement liée à la place disponible à bord, au nombre d'hommes d'équipage et aux navigations prévues. Afin d'être le plus rigoureux possible, la décision a été prise de mentionner dans cette liste, lorsque cela était connu, les quantités respectives de chaque élément, selon le type de navire sur lequel il devait être chargé.

Une attention toute particulière a dû être apportée au mode de classement des termes recensés dans ce catalogue. En effet, ce choix aura un impact direct sur la suite de cette recherche, mais aussi sur les recherches futures, puisqu'il sera important de pouvoir comparer ce catalogue théorique avec le mobilier archéologique découvert partout dans le monde. Or, si le classement établi ici est trop précis ou très différent de ceux employés dans les autres recherches et publications, il sera beaucoup plus délicat de parvenir à une comparaison efficace entre les données recueillies. Un certain nombre d'archéologues ont déjà tenté d'apporter des solutions à cette problématique et nous nous sommes inspirés ici de leurs travaux. Nous pensons notamment à l'ouvrage très complet du *Hollandia Compendium,* coordonné par l'archéologue Jerzy Gawronski, et dans lequel deux chapitres s'attardent sur ce sujet[174].

Habituellement, les catalogues de mobilier archéologiques sont présentés suivant des classements par type de matériaux, par rôle à bord ou encore par typologie. Cependant, dans le cadre de cette recherche, nous n'avons eu à traiter qu'une seule matière, rendant d'office caduc la première catégorie. Il nous restait donc à choisir entre un classement typologique ou fonctionnel des termes historiques. Ce choix s'est imposé de lui-même car les listes d'armement des navires, principales sources d'informations de ce travail, étant présentées suivant le poste occupé par chaque pièce à bord, il nous a paru cohérent de maintenir cette même organisation. Ce découpage permet de relier un terme, et l'objet archéologique qui lui est associé, à sa fonction à bord et d'une manière induite, à son lieu d'utilisation et de stockage. Ainsi, les catégories ont été définies d'après les différents postes recensant des équipements de plomb : cargaison-lest / maitre calfat-charpentier / maitre canonnier / maitre d'armes / pilote / écrivain. Les équipements ne pouvant être reliés à l'un de ces postes ont été regroupés au sein d'un chapitre nommés « autres équipements ». Ensuite, à ce mobilier du bord, s'ajoutent les éléments en plomb « architecturaux », c'est-à-dire constitutifs du navire lui-même. Ceux-ci ne sont généralement pas mentionnés au sein des listes d'armement des navires mais on les retrouve dans les inventaires portuaires et les dictionnaires de marine.
Chaque terme recensé a donc été placé dans la catégorie dont il relève, mais certains d'entre eux pouvant appartenir à plusieurs postes à bord, ils ont été mentionnés une première fois d'une manière détaillée, puis signalés par un simple rappel dans la ou les catégories suivantes.

Présentons maintenant rapidement l'ensemble des termes retrouvés dans ces sources documentaires :

- plomb vieux

[174] GAWRONSKI *et al*. 1992, chapitre III, p. 78-79 et chapitre IV, p. 274-276.

- plomb brisé
- plomb en grain
- plomb neuf
- saumon
- navette
- plomb en barre
- tassaux
- plomb en table
- plomb en rouleau
- plomb laminé
- plomb en planche
- plomb plat
- plaque de plomb
- tape de plomb
- palardeau-pelardeau
- plomb œuvré
- dalot
- gamelle de bois doublée de plomb
- écritoire en plomb
- boite en plomb pour habitacles
- cornet
- peson
- plomb de balance
- plomb à sonder-sonde
- caisse doublée de plomb pour l'huile
- balles de plomb
- plomb en balle
- mitraille
- couvre-lumière / platine
- couvre-platine

On retrouve dans cette liste des termes se référant à du plomb brut, semi-brut et manufacturé[175]. Ce dépouillement permet de constater instantanément la très grande variété terminologique existant pour désigner un même objet. Ainsi, à titre d'exemple, le plomb brut peut être évoqué en tant que saumons, ou navettes mais aussi comme plomb vieux, brisé, œuvré ou neuf selon sa qualité. Le plomb semi-brut, quant à lui, est référencé comme plomb en table, en rouleau, en planche, en plaque ou encore comme du plomb plat pour ne citer que les termes se référant à des feuilles de plomb. Cependant, à la lecture des sources documentaires, il apparait que certains termes soient plus fréquemment employés que

[175] Les éléments de cette liste peuvent être retrouvés dans la retranscription des archives lues lors de cette recherche et fournie dans le volume II. Les cotes suivantes ont notamment été exploitées : AN Mar D1-36 à 40, inventaires de 1784, puis AN Mar D1-47 à 51, inventaires de 1786 à 1788.

d'autres. Ainsi, les termes de navette, plomb en planche, en plaque ou brisé n'ont que très rarement été vus au cours de cette thèse. Des indications sur la fréquence d'emploi de chaque terme ont donc également été mentionnées dans cette liste.

Les datations de l'ensemble des documents exploités lors de cette recherche ont joué un rôle important puisqu'elles ont rendu possible l'indication des périodes d'usage de chacun des termes recensés et ainsi, ont permis de mettre en lumière des évolutions terminologiques possibles.

Enfin, il faut ajouter ici que ce catalogue, aussi utile soit-il pour apporter un éclairage historique au mobilier découvert, est malheureusement lacunaire par définition, car tributaire des documents recensés lors de cette recherche et des termes qui y apparaissent. Il est donc fort probable que du vocabulaire supplémentaire ait existé entre le XVIe et le XIXe siècle, mais qu'il n'ait pas encore été vu à ce jour. Ce catalogue sera donc à compléter à l'avenir, afin d'être enrichi et affiné.

2.4.1. Le plomb comme cargaison ou lest

Si l'on récapitule les différents termes évoquant le plomb brut dans la documentation imprimée (lingot, navette, saumon), voici ce que l'on peut établir de manière assurée à ce stade de la recherche.

Le terme de lingot ne fait l'objet d'aucune entrée dans les dictionnaires de marine consultés et apparait seulement dans des ouvrages plus généraux tels certains manuels de commerce ou dans l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert. Toutefois, aucune mention n'est faite de l'usage du plomb comme entrant dans leur constitution. On peut donc supposer que ce terme n'ait pas été employé pour le plomb brut, *a fortiori* pour la marine entre le XVIIIe et le XIXe siècle. Aucune conclusion ne peut être émise pour les périodes antérieures.

L'appellation navette apparait quant à elle pour la première fois, non pas dans un dictionnaire de marine, mais dans le *Dictionnaire des Arts et des Sciences* de l'Académie Françoise de 1696, au chapitre portant sur les plombiers. Il s'agit d'un morceau de plomb en forme de navette, pesant 60 ou 150 livres. Par la suite, aucune mention n'est plus retrouvée dans les dictionnaires de marine et seule, l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert, l'évoque à nouveau par la définition suivante : « *est une masse de plomb faite à-peu-près de la même figure qu'une navette de tisserand. On l'appelle plus ordinairement saumon* »[176]. Aucune information de masse n'est fournie mais la morphologie du plomb est ici esquissée. En effet, au sein du même ouvrage, des illustrations des navettes des tisserands existent nous permettant d'extrapoler la forme que devait revêtir ce plomb brut : plutôt allongée, bombée sur le dessus et aux bouts pointus (FIGURE 71).

[176] DIDEROT 1777, p. 50.

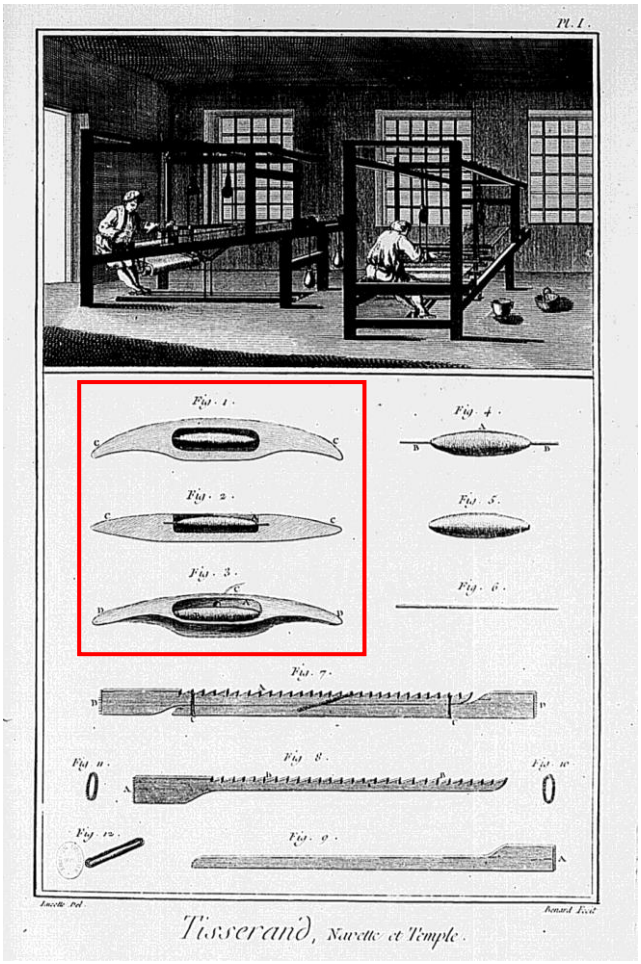


Figure 71 : Planche de *l'Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, arts et métiers* de Diderot, présentant l'atelier du tisserand ainsi que ses outils dont la navette en figure 1 et 2 (Diderot 1777, tome Z, p. 393, planche I)

A la lumière de ces rares définitions il parait difficile d'être catégorique, cependant, tout porte à croire que ce terme revête un aspect technique et soit plutôt réservé aux seuls plombiers. Il ne devait donc pas être officiellement en usage dans la marine à cette période. D'ailleurs la définition fournie par l'*Encyclopédie* précise qu'il était plutôt d'usage d'employer le terme de saumon.

Toutefois, l'emploi encore de nos jours, par les pêcheurs, d'un outil nommé navette pour ramender leurs filets, laissent penser que ce terme ait pût être utilisé couramment par les marins du bord les moins gradés, pour désigner cet outil de pêche et non les saumons de plomb. D'ailleurs cet instrument aujourd'hui ressemble totalement aux navettes des tisserands puisqu'il s'agit, pour réparer le filet, de réaliser aussi des nœuds successifs.

Le dernier terme, saumon, semble donc avoir été le plus largement employé. La mention la plus ancienne a été retrouvée dans des archives privées. Ainsi, les notes de Nicolas Payron, notaire à Bordeaux, comptabilisent des ventes de « saumons » et de « milliers » de plomb :

« *27 mai 1546, Vente de plomb en saumon* »[177]. L'emploi de ce terme générique est donc attesté dès le XVIe siècle mais aucune donnée morphologique ou numérique n'accompagne ces notes.

Les dictionnaires de marine sont quant à eux particulièrement peu informatifs et il faut attendre l'ouvrage de Willaumez en 1831 pour voir enfin apparaitre explicitement le plomb comme matériau constitutif des saumons. En effet, pour une partie, les définitions fournies ne précisent pas le matériau utilisé ou elles évoquent du cuivre ou du fer et non du plomb. La partie restante se contente d'évoquer leur usage pour lester les navires sans apporter aucun autre détail supplémentaire.

Les listes d'inventaire du matériel stocké dans les magasins généraux des arsenaux, témoignent quant à elles, de la présence d'importantes quantités de saumons de plomb en leur sein et retracent leur utilisation mensuelle. Si cette information peut s'avérer précieuse pour appréhender les volumes de plomb consommés dans la marine royale de l'époque et la provenance de certaines importations, elle n'apporte malheureusement aucune donnée concernant le saumon de plomb lui-même. Quant aux listes d'armement des navires, elles ne mentionnent généralement pas les éléments de lest, et n'évoquent le nombre de saumons de plomb embarqués que s'ils font partis de la cargaison destinée à la vente du navire.

Les rares informations intrinsèques décrivant les saumons ont donc principalement été retrouvées par la lecture des traités sur les plombiers et leurs travaux. Si l'on rassemble les données ayant pu être recueillies, toutes périodes confondues, voici le tableau que l'on peut dresser (TABLEAU 3).

Sources	Dimensions	Masse	Morphologie	Inscriptions ?
Académie Françoise, 1696	Non précisé	150 ou 60 livres (73,4 kg ou 29,4 kg)	Navette qui ressemble à un navire	Non précisé
Savary des Bruslons, 1726	Non précisé	100 à 150 livres (49 à 73 kg) / 300 à 350 livres (147 à 171 kg) / 500 livres (245 kg)	Navette et saumon	Non précisé

[177] AD 33, 3E-9839, 1546, folio 895 v.

Lagardette 1773	1 pied et demi de long sur 8 pouces de large	140 livres (68,5 kg)	Non précisé	« *Différents chiffres dont les Mineurs les marquent, pour désigner les mines dont ils sortent* »
Bertrand, 1781	1 pied et demi de long sur 8 pouces de large	140 livres (68,5 kg)	Non précisé	Non précisé
Willaumez, 1831	2 pieds de long	100 à 200 livres (49 à 97,9 kg)	Aplatie et arrondie	Non précisé
Bonnefoux, 1847, réédition 1987	Non précisé	50 à 100 kg	Cylindre coupé en deux par plan longitudinal	Non précisé
Roussel, 1847	Non précisé	100 à 125 kg	Saumons divers	Non précisé

Tableau 3 : Informations sur les saumons de plomb fournies par diverses sources écrites (réalisation personnelle)

Un des constats les plus frappants est qu'aucun texte imprimé n'a pu être retrouvé sur ce sujet pour les XVIe et XVIIe siècles, seules de rares archives évoquent brièvement ce plomb brut. Cette importante lacune peut en partie être comblée par la découverte archéologique de saumons datant de cette période, mais l'absence de documentation et la rareté des artefacts retrouvés rendent toute conclusion définitive particulièrement périlleuse.

On note également que très peu d'ouvrages fournissent un détail précis de la morphologie des saumons, de la manière dont ils étaient chargés et placés dans le navire, ou encore des inscriptions qu'ils devaient porter. Toutefois, ce tableau nous permet tout de même de repérer un certain nombre de caractéristiques. Ainsi, le *Dictionnaire des Arts et des Sciences* de 1696 évoque une masse de 300 livres pour une forme ressemblant à un navire, sans toutefois préciser la matière le constituant. Ainsi, la première entrée faisant explicitement référence à du plomb dans un dictionnaire de marine est beaucoup plus tardive. En effet, il faut attendre 1831 et l'ouvrage de Willaumez pour découvrir la définition d'une masse de plomb d'environ deux pieds, aplatie dans un sens et arrondie dans l'autre et pesant de 100 à 200 livres. Ensuite, aucune autre entrée ne fait plus référence à du plomb jusqu'à l'ouvrage rédigé par Bonnefoux et publié en 1847. On voit apparaitre cette fois une forme très différente puisque le saumon décrit est un cylindre coupé en deux, de 50 à 100 kg, arrimé à bord. Enfin, l'ouvrage de Boudriot datant de 1977 apporte une dernière description de ce plomb brut. Il s'agit ici de lest, sous forme de saumons plats d'un côté et bombés de l'autre. Ainsi, même si ces définitions sont rares et lacunaires, une évolution morphologique semble toutefois se dessiner : un passage progressif d'une forme de demi-coque au XVIIe siècle, semblable à un navire, à une

forme plus allongée au XIXe siècle. Cette évolution correspond à ce qui a déjà été repéré par l'analyse des planches d'illustrations des traités portant sur les plombiers. Toutefois, l'absence de descriptions morphologiques pour le XVIIIe siècle ne permet pas de suivre précisément cette évolution. Quant aux masses de ces saumons, différentes valeurs fixes semblent coexister tout au long de la période.

Plusieurs archives tirées des fonds notariés de la ville de Bordeaux pour le XVIIe siècle évoquent des échanges de « quintaux de plomb », de « pains de plomb » ou encore de « plomb en barres »[178]. Nous voyons donc apparaitre ici des termes supplémentaires pour désigner le plomb brut. L'appellation « quintaux » est commune aux termes employés dans certains documents imprimés, mais les deux autres sont plus spécifiques. En effet, le nom de pain n'a pu être relevé qu'au sein de ces archives notariées du XVIIe siècle. Il n'a pas été possible d'étendre les dépouillements à d'autres archives notariales plus tardives au cours de cette thèse. Par conséquent, il est impossible à ce point, de statuer sur la fréquence d'usage de ce terme entre le XVIIe et le XIXe siècle, à la fois d'un point de vue chronologique, mais aussi au niveau des habitudes linguistiques de l'époque. Cette fois encore, aucune information de nature à évoquer l'aspect de ces pains de plomb n'a pu être listée, tant les mentions de ce type d'artefacts sont brèves et succinctes. Nous avons choisi d'en citer une à titre d'exemple : « *28 juin 1614. Rapport fait par Jehan Barquel de Bristol en Angleterre capitaine du vaisseau Le Confort parti de Bristol il y a 7 semaines pour venir à Marseille et Livourne avec 400 pains de plomb, 20 balles de poils de veau pour le compte de Georges Gor et Guilhem Monstanan anglais. Les marchands anglais ont ensuite rajouté 100 balles de peaux de vache à sa cargaison pour aller vendre à Livourne. Le navire est arrivé aux îles de Marseille hier soir* »[179]. Nous ne pouvons donc qu'évoquer l'existence de ce terme pour qualifier le plomb brut du XVIIe siècle, sans toutefois être en mesure d'aller plus loin dans son analyse historique et archéologique.

Les « barres » de plomb quant à elles ne sont évoquées, pour le début de la période étudiée ici, qu'au sein de ces archives notariales, mais une mention sur un document datant de 1805 pourrait laisser entrevoir une persistance de langage assez longue chez les notaires de la région de Gironde (FIGURE 72). En effet, le document présenté ci-après, est également rédigé par des notaires de cette même région. L'absence totale de cette appellation dans toute documentation extérieure à cette région pourrait évoquer une variante linguistique locale. Toutefois, certains morceaux de plomb brut, retrouvés archéologiquement, peuvent être décrits comme des barres, il sera donc indispensable de se pencher sur leurs origines géographiques ainsi que leurs datations respectives pour affiner cette hypothèse (cf 4.1).

Enfin, l'usage du mot « quintal » pour désigner le plomb échangé est fréquemment relevé dans une multitude de sources imprimées ou manuscrites, toutes périodes confondues. Cette information peut être utile à l'archéologue pour estimer les quantités chargées sur un

[178] Les retranscriptions issues des archives notariées de la ville de Bordeaux nous ont été fournies gracieusement par Bernard Allaire d'après ses notes personnelles.
[179] AD 13, 9B-11, 28 juin 1614.

navire ou transitant dans un port, mais ne peut en aucun cas, fournir les données morphologiques si recherchées sur l'aspect de ce plomb brut.

Des documents, extérieurs à la marine, nous en apprennent un peu plus sur les masses de plomb habituellement commercialisées. Le plus ancien que l'on ait pu retrouver à ce jour est le *Dictionnaire universel de commerce* rédigé par Savary des Bruslons en 1726. Dans cet ouvrage, l'auteur présente les conditions régissant le commerce de chaque denrée, notamment du plomb. On peut y lire que : « *Ce sont les marchands Merciers et les Epiciers en gros qui font à Paris le négoce de plomb en navettes et saumons. Ces masses sont de différents poids : les petites sont de 100 à 150 livres ; il y en a de 3 à 350, et les plus grosses sont de 500* »[180]. La situation décrite ici ne relève donc pas du domaine maritime mais permet tout de même d'établir la valeur des masses de plomb vendues en milieu urbain au milieu du XVIIIe siècle : 49 à 73 kg pour les plus petites, 147 à 171 kg pour les moyennes et 245 kg pour les plus lourdes. Cette fois encore, on constate une très grande amplitude des masses commercialisées sur une même période. De plus, il semble apparaitre qu'elles étaient fixées préalablement à leur vente, soit d'une manière officielle, soit par des habitudes de consommation, nous ne pouvons le dire à l'heure actuelle. Il faut enfin signaler qu'aucune explication n'est fournie sur l'existence de telles différences massiques ; sont-elles destinées à des consommateurs différents pour des usages bien spécifiques, ou sont-elles liées à la pureté du plomb vendu ou enfin, sont-elles la traduction de traditions techniques variant d'une région à une autre ?

Le chercheur Bernard De Maisonneuve, a réalisé d'importantes recherches en archives, notamment dans les archives notariales de Bordeaux, et a pu retrouver un document du début du XIXe siècle évoquant également cette question des masses de plomb brut commercialisées (FIGURE 72).

[180] Cf supra.

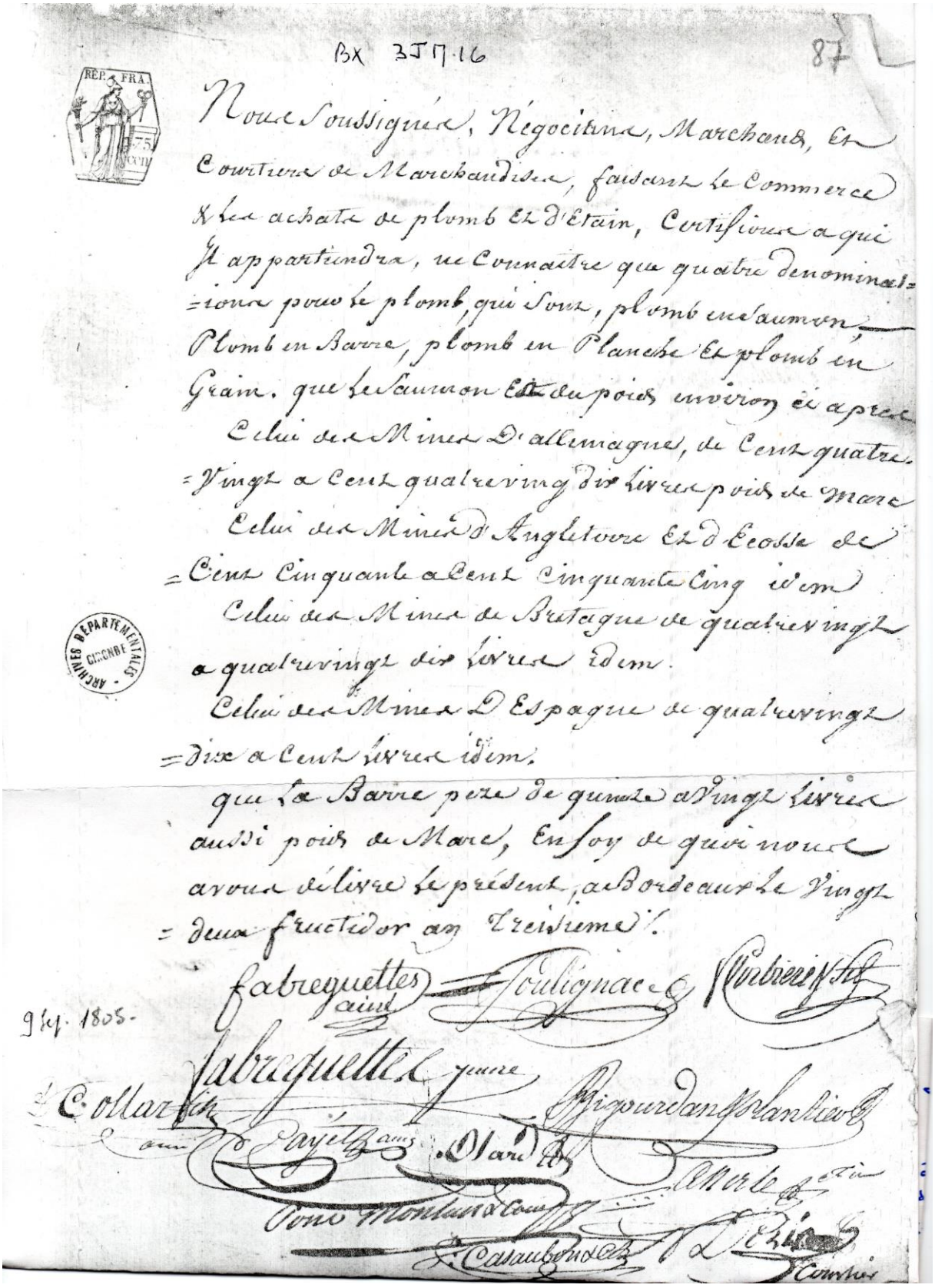


Figure 72 : Contrat de marchands, négociants et courtiers vendant du plomb, 9 septembre 1805 (AD 33, 1805, 3JM16, folio 87r)

A la lecture de ce document, il apparait une différenciation des masses de plomb suivant leur origine géographique. En effet, les saumons des mines d'Allemagne pèsent « *180 à 190 livres poids de marc* » (soit 88-93 kg), ceux des mines d'Angleterre et d'Ecosse « *150 à 155 livres poids de marc* (soit 73-76 kg) et ceux des mines de Bretagne pèsent de « *80 à 90 livres de poids de marc* » (soit 39-44 kg). Enfin, ceux tirés des mines d'Espagne pèsent de « *90 à 100 livres poids de marc* » (soit 44-49 kg)[181]. Aucun saumon ne semble ici peser plus de 200 livres alors qu'en 1726, Savary des Bruslons évoque des masses pouvant aller jusqu'à 500 livres. Faut-il y voir une évolution chronologique de réduction progressive des masses maximales commercialisées afin de faciliter leur transport ou bien est-ce la traduction de différences dans l'origine des produits commercialisés ? En effet, dans son dictionnaire, Savary ne précise pas la provenance de ces saumons de plomb. On ne peut donc comparer avec certitude ces deux documents entre eux. L'apport de l'analyse archéologique se révèlera donc particulièrement utile pour apporter des réponses à ces problématiques.

L'autre aspect intéressant de ce document est la preuve écrite d'une association de marchands particuliers privés, pour réaliser cette déclaration commune et établir ainsi des normes officielles concernant les appellations du plomb commercialisable en France : « plomb en saumon, plomb en barre, plomb en planche et plomb en grain ». Il s'agit d'ailleurs ici des seules mentions retrouvées à ce jour, dans l'ensemble de la documentation écrite, de plomb en planche et de plomb en barre. Il pourrait donc s'agir d'une spécificité de la région bordelaise.

Enfin, un dernier document, datant cette fois de la fin du XIXe siècle, témoigne lui aussi du lien entre origine géographique, morphologie et masse du saumon de plomb commercialisé. Il s'agit de l'ouvrage de Roussel publié en 1847 dans lequel on peut lire que : « *le plomb d'Allemagne […] arrive en France par Hambourg en blocs de 90 kg. Les plombs d'Angleterre arrivent en France sous le nom de plombs raffinés. […]Ces produits s'expédient par Liverpool en saumons de 60kg, portant le nom des exploiteurs. […] Le plomb d'Espagne plus commun que le plomb anglais, est de qualité plus uniforme. [...] Il nous parvient en saumons allongés de 80 à 90 kg. Les meilleurs portent les empreintes des barons Guerero et Figueroa. Le plomb de France […] circule en saumons carrés allongés et plats. Ceux des mines de Poullaouen (Finistère) pèsent 50 kg et portent l'empreinte P.* »[182]. Les masses évoquées ici correspondent presque toutes à celles présentées dans l'archive précédente. Il semble donc y avoir une persistance des volumes que doivent avoir les plombs de chaque pays pour être commercialisés au XIXe siècle. Toutefois le plomb provenant d'Espagne mérite qu'on s'y attarde. En effet, son poids semble avoir doublé en moins de 50 ans. Cette évolution si particulière sera à rechercher sur le mobilier du corpus archéologique de cette thèse.
Cette archive est également l'un des seuls témoins de l'existence de morphologies spécifiques à chaque région productrice de plomb. Il s'agit là d'une information précieuse qui devra être

[181] AD Gironde, 3JM16, folio 87r-v.
[182] ROUSSEL 1847, p. 442.

confrontée aux données archéologiques afin de pouvoir être validée et servir ensuite aux chercheurs.

Enfin, ce document évoque succinctement la présence de marquage spécifique à chaque production. Malheureusement, la documentation à ce sujet est quasi inexistante, tant à l'écrit que du point de vu iconographique. Les seules illustrations existant à ce sujet ont déjà été présentées dans le chapitre sur la fabrication des saumons de plomb (cf 2.2.2) car elles proviennent des traités portant sur le travail des plombiers. Il est donc aujourd'hui très difficile de retrouver l'origine et la signification des nombreuses marques portées sur les lingots tant elles sont variées et tant la documentation de référence nous fait défaut.

Pour terminer cette présentation du plomb brut pouvant être embarqué à bord des navires, il était indispensable de citer ici des termes plus génériques, n'évoquant pas la forme du plomb mais seulement sa qualité. Ainsi, les hommes semblent parfois avoir distingué le plomb « neuf », du plomb déjà usagé et à recycler, qu'on nomme communément « plomb vieux » ou plus rarement « plomb brisé ». Si l'on sait aujourd'hui que le plomb neuf était vendu sous la forme de saumons, pouvant avoir différentes morphologies comme nous venons de le voir, il est impossible de définir une morphologie correspondant au plomb recyclé. Cela est d'autant plus préjudiciable que les archives de la marine témoignent sans ambiguïté de l'importance du réemploi du plomb dans le fonctionnement des arsenaux : « *les besoins du port pour l'exercice courant n'exigeraient l'action que d'une quantité de 160 000 K° de plomb neuf pour y pourvoir, ressource éventuelle du vieux plomb provenant démolition et désarmement tenus à Brest »*[183].

L'ensemble de ce plomb brut était embarqué fréquemment à bord des navires, souvent en grandes quantités, en tant que matière première, indispensable lors de longues navigations, ou comme cargaison commerciale destinée à être cédée à l'arrivée. Cependant, dans ces deux cas, la présence à bord d'artefacts si pesants, induit *de facto*, un lest supplémentaire à prendre en compte lors de l'armement du navire. On parlera dans ce cas-là de lest utile. Il est toutefois particulièrement délicat de distinguer ces différentes vocations en présence des seuls exemplaires archéologiques *in situ*. La recherche de documentation autour du navire associé est donc primordiale pour dépasser l'identification généraliste en tant que « cargaison ».

Passons maintenant à l'étude du plomb embarqué sous une forme semi-brute ; c'est-à-dire en tant que feuilles de plomb. Celles-ci peuvent remplir diverses fonctions à bord.

[183] SHD Brest, 1E-611, Matériel, 1er semestre 1825, folio 267 r-v. Rappelons ici que l'unité employée ici est le kilogramme.

2.4.2. Le plomb du maître Calfat ou du Charpentier

Ces feuilles de plomb pouvaient être, comme nous l'avons déjà évoqué[184], simplement coulées ou, à partir du XVIIIe siècle, passées entre les cylindres d'un laminoir pour être étirées et amincies. Elles étaient ensuite enroulées sur elles-mêmes pour faciliter leur manutention et leur chargement. On retrouve des exemples archéologiques de ces rouleaux de plomb, conservant plus ou moins leur forme cylindrique initiale[185].

Ces rouleaux de plomb étaient ensuite chargés à bord pour l'usage du maitre calfat et de ses aides, plus ou moins nombreux selon la taille des bâtiments concernés. Afin de mieux comprendre la manière dont cette matière première pouvait être employée à bord, il nous a paru primordial de cerner les prérogatives inhérentes au poste de maitre calfat du navire.

Une vision claire peut en être obtenue par la lecture de l'ensemble des dictionnaires de marine et des traités de navigation[186]. Ainsi, par la recherche des définitions du terme « calfat » dans l'ensemble de la documentation écrite, on apprend qu'au milieu du XVIIe siècle, le rôle de cet ouvrier, associé au charpentier du navire, doit être de boucher les trous dans la coque du navire, depuis l'intérieur ou l'extérieur du navire, avec des « pelardeaux » de plomb garnis d'étoupe et de goudron : « *Son principal office est de tenir le Vaisseau estanche. […] S'il se fait quelque voye d'eau, il taschera au plustost de la descouvrir, et y remedier, soit par dedans, soit par dehors, comme il sera necessaire. […] Si dans les combats il y a quelques coup de canon à l'eau, c'est à luy de faire le Barbet, et se jetter en l'eau s'il n'y peut remedier autrement ; et après que le Charpentier y aporté le tapon, ou cousu le Pelardeau de bois ou de plomb bien ploqué d'estouppes et goudran, c'est au Calfateur à le goudanner, tellement que l'eau n'y puisse entrer* »[187].

En ce qui concerne la période étudiée ici, il s'agit de la mention la plus ancienne retrouvée à ce jour de l'usage d'aménagements en plomb pour réparer la coque du navire. Cependant, à la manière des poupées russes qui s'imbriquent, il a été nécessaire de définir clairement ce terme de « pelardeau » préalablement à toute caractérisation des possibles artefacts en plomb qu'il désigne. Ce terme sera explicité plus loin.
Il est également intéressant de noter qu'ici, le calfat travaille de concert avec le charpentier du navire. Dans les définitions plus tardives cette association ne sera jamais plus évoquée laissant penser à une spécialisation du rôle du calfat. Cependant, il est possible d'imaginer que sur des navires de faibles dimensions, ces deux postes aient été confondus en une seule personne à bord.

Puis, par son ordonnance de 1689, Louis XIV précise que le maître calfat doit se trouver pendant les combats, dans la fosse aux câbles avec des plaques de plomb, et qu'il doit boucher

[184] Ces points ont été présentés dans le paragraphe ayant trait à la confection des tables de plomb (cf 2.2.3)
[185] Ces artefacts sont analysés dans le chapitre 4.1.2. de ce volume.
[186] L'ensemble des définitions du terme « calfat » sont présentées dans le dictionnaire chronologique des termes liés au plomb, fournit dans le volume II de ce travail.
[187] FOURNIER 1643, p. 166, chapitre XXXIX, Du Calfateur.

par l'extérieur les trous faits dans la coque : « *Article VII : pendant la navigation, il examinera tous les jours si les sabords sont bien calfatés, si l'eau de la pluie ne passe point par quelque couture, si les pompes sont libres ; et il se tiendra lorsqu'il y aura combat, à la fosse au cable, avec des plaques de plomb et autres choses nécessaires, et se mettra à la mer, pour boucher par dehors les voies d'eau qu'on découvrira* »[188]. Il semblerait logique de penser que le « pelardeau » déjà mentionné 40 ans plus tôt corresponde à ces mêmes plaques de plomb.

Au début du XVIIIe siècle cette fois, l'auteur Aubin retranscrit cette même définition mais précise que ces plaques de plomb doivent être garnies d'étoupe. Cette donnée sous-entend que ces feuilles de plomb devaient être tenues prêtes à être utilisées à tout instant. La présence d'étoupe, ou de goudron comme cité plus haut, permettant d'améliorer le contact entre la feuille et la coque en bois du navire, augmentant simultanément, l'étanchéité de la réparation effectuée.

Les définitions suivantes, datant du milieu et de la fin du XVIIIe siècle, présentent les mêmes obligations pour le calfat, à savoir une surveillance constante du navire et de son étanchéité, mais aussi la réparation immédiate de toutes les voies d'eau pouvant se déclarer à l'aide de plaques de plomb déjà prêtes. L'ordonnance royale de 1765 apporte toutefois une donnée supplémentaire. En effet, on y apprend que le calfat doit également vérifier les dalots et les écubiers doublés en plomb et doit être en mesure de les réparer si le besoin s'en fait sentir. Cette opération passe nécessairement par l'emploi de grandes feuilles de plomb, probablement découpées dans les rouleaux embarqués, afin de créer de nouveaux tuyaux, insérés dans chacun de ces conduits (cf 2.4.7). L'ouvrage rédigé par Panckouke en 1786 précise quant à lui que le calfat doit entretenir les coutures, couvertes par des bandes de plomb, et qu'il possède pour cela du « plomb en table », soit des rouleaux de plomb, et des « clous à plomb ».

Enfin, les définitions recueillies pour le milieu du XIXe siècle témoignent elles aussi du maintien du rôle du calfat. Celui-ci est toujours directement impliqué dans la flottaison du navire par le contrôle des voies d'eau potentielles et fait appel systématiquement à du plomb, sous forme de plaques ou de rouleaux, pour assurer l'ensemble de ses travaux d'entretien. Le dictionnaire de Lemetheyer, datant de 1843, précise cependant que des plaques de divers calibres étaient à disposition du calfat, ce qui n'avait encore jamais été stipulé. Malheureusement l'information fournie ici est limitée puisqu'aucune valeur ne caractérise ces calibres. L'ouvrage de Pacini de 1843 sur la marine évoque quant à lui la présence d'une sangle pour que le calfat puisse se suspendre à l'extérieur du navire et réaliser les réparations nécessaires.

Ainsi, le rôle de cet ouvrier maritime semble immuable tout au long de la période étudiée ici, avec une persistance de ses missions telles que le contrôle des pompes, des zones doublées de plomb comme les dalots, les écubiers ou les coutures, mais aussi des voies d'eau pouvant se déclarer en tout point du navire. La méthodologie mise en place apparait elle aussi

[188] LOUIS XIV, *Ordonnance de Louis XIV pour les armées navales et les arcenaux de marine*, 1689, p. 49.

inchangée : il s'agit de boucher, par l'extérieur, les trous dans la coque du navire, par l'emploi de plaques de plomb préalablement garnies d'étoupe et/ou de goudron. La seule évolution notable est l'apparition, à partir de 1843 et l'ouvrage de Lemetheyer, de l'emploi de plaques de différents calibres.

L'importance du maître calfat dans la survie du navire est ici apparue clairement. Certaines correspondances, découvertes dans les archives de la marine, se font également les témoins de la nécessité de cet ouvrier à bord. Une lettre écrite en 1781 au commissaire de marine M. Bertin travaillant à Marseille en est d'ailleurs le parfait exemple. On peut en effet y lire le paragraphe suivant : « *Observations sur le corps des calfats de Marseille. De tous les corps de métiers qui ont le moins de privilège en France et dans lequel on a exigé un apprentissage long et pénible avant de passer maître ; celui des calfats est sans contredit le plus intéressant et le plus essentiel ; de la probité, de la capacité de ces hommes seuls dépend la navigation, le bien du commerce et la vie des marins* »[189]. Ces termes laissent peu de place au doute quant à l'importance des calfats pour la manœuvre du navire.

La lecture de ces définitions a également permis de montrer que le plomb semble être l'un des matériaux privilégié des calfats ; embarqué sous au moins deux formes : des rouleaux et des feuilles de plomb carrées.

Plusieurs termes semblent coexister pour désigner ces rouleaux de plomb. Les plus largement employés sont « plombs en table », « tables de plomb » et « plombs laminés ». Viennent ensuite par ordre de fréquence, « lames », « plombs en rouleau » et « plombs plat ». Enfin, le terme de « plomb en planches » n'a été vu qu'à deux reprises au cours de cette thèse et sera présenté peu après. La majorité de ces appellations fait directement référence à l'aspect plat de la feuille de plomb, excepté le terme de « plomb en rouleau » qui lui, rappelle la manière dont la feuille était transportée par la suite. Aucune évolution chronologique ne semble présider au choix d'une appellation plutôt qu'une autre. Le terme de plomb en table est celui qui est le plus fréquemment mentionné dans les sources écrites.

Enfin, une seule appellation renvoie à la méthode de production de ces feuilles de plomb ; il s'agit du plomb qu'on dit « laminé ». On peut donc supposer, dans le cadre de documents mentionnant à la fois du plomb laminé et du plomb en table, que le premier terme soit synonyme d'une feuille passée au laminoir, tandis que le second, par opposition, fasse référence à une simple coulée de plomb. Aucun de ces termes ne peut toutefois nous permettre de définir si le plomb a été coulé sur une toile ou sur du sable. Seule l'analyse microscopique de la surface du plomb peut permettre, dans certains cas, de statuer sur cette question.
Cette liste de termes historique a été constituée uniquement à partir du dépouillement des archives d'inventaires de marine et des traités spécialisés sur le travail des plombiers car aucune entrée n'a été retrouvée à ce jour dans les dictionnaires de marine.

[189] AN Mar B3-713, 1781, folios 14r – 21v.

Les données descriptives et numériques sur ces artefacts ne proviennent donc que de sources indirectes mais sont particulièrement précieuses pour cette recherche afin de pouvoir éclairer les résultats archéologiques. Voici ce que l'on peut établir à ce stade de la recherche :

Sources	Longueur de la table (pieds)	Largeur de la table (pouces et pieds)	Epaisseur de la table (lignes)
Diderot, 1688	A laminer : non précisé Laminée : 100 pieds	A laminer : non précisé Laminée : non précisé	A laminer : 1 pouce ½ Laminée : 1 ligne
Savary des Bruslons 1726	Coulée : 18 à 20 pieds	Coulée : 3 à 4 pieds	Plus ou moins forte selon usages
Saint Albine 1731	A laminer : 10 pieds Laminée : 25 à 30 pieds	A laminer : 4 pieds 8 pouces Laminée : 4 pieds 8 pouces	A laminer : 18 lignes Laminée : non précisé
AN Mar B2.339, 1750, folio 357	Laminée : non précisée	Laminée : non précisée	Laminée : 3 lignes 2 tiers de ligne ½ ligne
Inconnu, Mémoire sur le plomb laminé, 1752	A laminer : 6 pieds	A laminer : 4 pieds 8 pouces	A laminer : 18 lignes
Abbé Jaubert 1773	Coulée : 18 à 20 pieds	Coulée : 3 à 4 pieds	Coulée : non précisé
Bertrand 1781	Coulée : 12,5 à 15 pieds A laminer : non précisé Laminée : 25-30 pieds	Coulée : 2 pieds A laminer : non précisé Laminée : 4 pieds ½	A laminer : 16 à 18 lignes
AN Mar D1-52, 1788, folios 17v-18r	Laminée : non précisé	Laminée : non précisé	Laminée : 5 lignes 4 lignes 3 lignes 2 lignes 1 ligne

			1 ligne ½ ½ ligne ¼ ligne
SHD Brest, 1E-587, 1819, folio 155r-v	Laminée : non précisé	Laminée : non précisé	Laminée : 0,011 / 0,017 / 0,045 / 0,090 / 0,0111 / 0,0205 cm

Tableau 4 : Tableau recensant les informations connues sur les tables de plomb coulées ou laminées (réalisation personnelle)

Si l'on considère que durant tout l'Ancien Régime, le système de mesure est basé sur la valeur d'un pied de roi, valant de nos jours 32,5 cm, on peut établir les subdivisions suivantes : 1 pied correspondant à 12 pouces, soit 32,5 cm, cela implique qu'un pouce vaut lui-même 2,71 cm. Ce pouce est ensuite lui-même décomposé en 12 lignes, permettant ainsi d'établir la valeur d'une ligne à 0,23 cm.

En analysant les données de ce tableau (TABLEAU 4) grâce aux mesures centimétriques établies ci-dessus, on peut estimer que les tables de plomb coulées et destinées à être directement commercialisées présentaient les dimensions suivantes : 585 cm à 680 cm de long pour 97,5 cm à 130 cm de large. Malheureusement, aucun document retrouvé à ce jour ne précise l'épaisseur de ces feuilles de plomb. D'après nos lectures, nous savons simplement que les feuilles de plomb, une fois laminées, possédaient une épaisseur une fois à une fois et demie, inférieure à celles coulées, ce qui signifierait une épaisseur initiale de deux à trois lignes, soit 0,44 à 0,66 cm. Ces mesures apparaissent plus importantes que celles mentionnées par l'ouvrage intitulé *Description des Arts et Métiers* d'Elie Bertrand de 1781 et déjà citées auparavant (cf 2.2.3) mais demeurent beaucoup plus petites que celles des tables passées au laminoir.

En effet, pour ces dernières, on constate qu'elles sont initialement plus courtes mais aussi plus épaisses que les tables coulées pour être vendues, puisqu'il n'est plus nécessaire d'obtenir des feuilles minces immédiatement. Ainsi, d'après ce tableau, les feuilles de plomb à laminer mesuraient entre 6 et 10 pieds de long, soit de 195 à 325 cm, pour une largeur de 4 pieds 8 pouces, soit 151,7 cm. L'épaisseur de ces feuilles quant à elle semble avoir été constante tout au long du XVIIIe siècle, fixée autour de 4 cm puisque les valeurs recensées oscillent entre 16 et 18 lignes (3,68 cm à 4,14 cm).
Puis, ces feuilles de plomb, une fois laminées, devenaient très minces et longues puisque la matière était écrasée et étirée par le passage répété entre les cylindres du laminoir, mais elles conservaient leur largeur initiale de 151,7 cm. La longueur obtenue pouvait quant à elle se révéler particulièrement importante. Ainsi, si l'on en croit les sources documentaires retrouvées, les feuilles laminées pouvaient mesurer depuis 25 pieds jusqu'à 100 pieds d'après certains auteurs, ce qui représente de 812,5 cm à plus de 3 250 cm de long. Cette dernière mesure parait presque impossible à imaginer car cela signifierait un support sur le laminoir

d'une longueur de plus de 32 m et une masse impossible à déplacer par la seule force des hommes ! On peut donc plus raisonnablement penser que les longueurs des tables laminées se situaient autour de 25 à 30 pieds de long, soit 812,5 à 975 cm en moyenne. L'épaisseur obtenue est particulièrement faible, mais ne peut être analysée précisément ici car l'on s'aperçoit que chaque production diffère des autres, puisqu'elles répondent chacune à des commandes spécifiques. La précision du laminoir permet en effet de réaliser des variations d'épaisseur infimes suivant les ordres reçus.
Ces variations d'épaisseur rendent possible des usages différenciés de ces feuilles de plomb pour les travaux du bord. A titre d'exemple, on peut citer un article de l'*Encyclopédie méthodique* de Panckouke, rédigée en 1786 dans lequel il est stipulé : « *Etat des divers objets et ustensiles dont on fait usage dans un port, ainsi que des différentes matières servant à la formation de tout ce qui est nécessaire à la Marine, avec leur prix commun, leur emploi et l'indication des lieux, d'où l'on peut s'en approvisionner :*

- *plomb laminé de 3 lignes et 2 lignes ½ : à 310 livres le °°/°°* (correspond au millier ?), *de Normandie, pour tuyaux de pompes*
- *plomb laminé de 2 lignes ¼ et 2 lignes : idem, pour tuyaux, écubiers & dalots*
- *plomb laminé de 1 ligne ¼ à 1 ligne ½ : à 376 livres 10 sous le millier, de Normandie, pour plat-fond de bouteilles et garnitures d'étrave et d'étambot*
- *plomb laminé de 1 ligne : à 417 livres le millier, de Normandie, pour plat-fond de bouteilles et garnitures d'étrave et d'étambot*
- *plomb laminé de ¼ de ligne : à 431 livres 10 sous le millier, de Normandie, pour garnir la tête des cabestans, les chomards, les coffres à poudre et les coutures*
- *plomb laminé de ½ ligne : à 460 livres le millier, de Normandie, pour garnir la tête des cabestans, les chomards, les coffres à poudre et les coutures* » [190].

Ces données devront être comparées aux feuilles de plomb retrouvées archéologiquement sachant toutefois qu'il est délicat de parvenir visuellement à distinguer des feuilles de plomb coulées de celles ayant été laminées. Les différences de largeur et d'épaisseur peuvent donc se révéler particulièrement significatives.

A la lecture de l'ensemble de la documentation historique, on constate que le maitre calfat doit donc avoir à sa disposition à bord, à la fois de la matière brute en réserve, embarquée sous la forme de rouleaux de plomb, mais aussi des feuilles de plomb de forme carrées, déjà découpées et prêtes à l'emploi. L'ouvrage du Marquis de la Victoria est à ce titre indispensable car il s'agit de l'une des rares illustrations du matériel devant être embarqué pour l'entretien de la coque d'un navire existant pour cette période [191].
Sur cette page extraite de son manuscrit *Diccionario Desmotrativo* apparaissent côte à côté un rouleau de plomb et des feuilles empilées (FIGURE 73).

[190] PANCKOUKE 1786, Tome Second, p. 648.
[191] MARQUES DE LA VICTORIA 1756 (édition de 1995), p. 101.

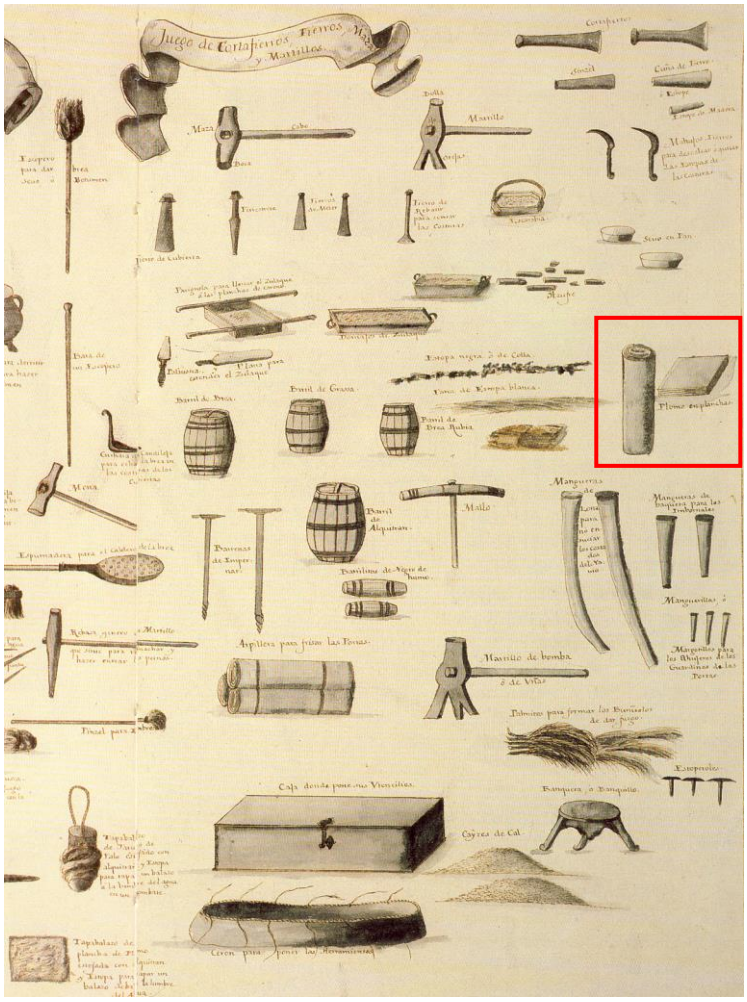


Figure 73 : Planche du manuscrit *Diccionario Desmotrativo* conservé au Musée Naval de Madrid (AMN-Ms.1197), présentant les outils nécessaires à l'entretien de la coque du navire avec notamment un plomb en table et des feuilles de plomb empilées encadrés en rouge (Marques de la Victoria, 1756 (édition de 1995), p. 101)

On remarque sur cette illustration que les planches de plomb sont nommées « plomo enplanchas » ce que l'on peut traduire littéralement par « plomb en planches ». Ce terme n'a, à ce jour, été retrouvé en France qu'une seule fois. Il s'agit d'une archive notariale de la région de Bayonne, à très forte influence espagnole : « *Protestation par Louis Duhalde (s), bourgeois et marchand de Bayonne, à Jacques de Lalande, le père et Pierre de Peyrelongue, bourgeois et marchands de Bayonne concernant le retard de livraison des articles nécessaires à la construction navale achetés au mois de décembre dernier. Louis Duhalde agit au nom de Pedro Daguero habitant du lieu de "Colindres", chargé de la fabrique des galions, venu à Bayonne en décembre dernier pour acheter […] 4 quintaux de plomb en planche […]* »[192].
Cette appellation semble donc relever d'une variante linguistique locale, influencée par la langue espagnole, mais elle renvoie sans aucun doute, aux plaques de plomb, nommées plaques ou pelardeaux. Il s'agit de feuilles de plomb de forme carrée ou rectangulaire, impliquant une découpe dans un rouleau de plomb, préalable à leur chargement à bord. Ce type de morphologie devait rendre plus aisé leur rangement à bord, par le biais de piles de

[192] AD 64, 3E-4395, 24 janvier 1665.

plusieurs éléments. De plus, ces modules carrés se révèlent plus maniables et plus rapides à mobiliser par le calfat en cas de besoin.

Si l'on recherche au sein des dictionnaires de marine, une définition du terme générique « feuille de plomb », aucune entrée ne ressort à ce jour. Il a donc fallu, par la lecture de définitions connexes, telles celle du rôle du calfat, de traités de navigation et de correspondance de la marine, mettre au jour les termes employés historiquement dans le domaine de la marine pour désigner ce type d'artefact.
Certains termes, comme nous l'avons déjà mentionné, sont apparus très rapidement tels les pelardeaux et plaques de plomb. Toutefois, des appellations supplémentaires ont pu être enregistrées au fur et à mesure des lectures, comme la « tape de plomb » ou le « palardeau ».

Il n'a pas été très difficile d'établir que les termes de palardeau et de pelardeau aient été deux variantes orthographiques du même nom, tant leur ressemblance est grande, la seconde version étant la plus largement employée. La première mention connue à ce jour de cette appellation remonte au dictionnaire de marine de Fournier datant de 1643. On peut y lire qu'un pelardeau peut être une plaque de bois, ou une plaque de plomb recouverte d'étoupe et de suif. L'auteur précise qu'il faut préférer les plaques de plomb à celles en bois, toutefois cette distinction qualitative n'est pas retranscrite par la terminologie puisque ces deux artefacts sont décrits par le même nom.
Les définitions suivantes quant à elles n'évoquent plus que la version contenant du bois et non plus plomb ; pouvant ainsi suggérer l'abandon ponctuel du plomb la réalisation de cet équipement bien spécifique. Toutefois, cette situation n'est jamais apparue dans les définitions du matériel employé par les calfats et vues précédemment.
Il faut attendre le milieu du XIXe siècle et la définition fournie par le dictionnaire de marine de Willaumez en 1831 pour retrouver à nouveau ces deux matériaux en usage. Augustin Jal dans son ouvrage publié en 1848 retrace quant à lui l'histoire de ce terme. Il est écrit que cet équipement était initialement constitué d'une toile, puis qu'elle fut remplacée par une planche de bois ou de plomb suifée dans un premier temps, et garnie d'étoupe par la suite. Cet auteur n'évoque pas de discontinuité dans l'usage du bois ou du plomb pour réaliser cet équipement, laissant ainsi entière la question relative à l'absence du plomb dans les définitions fournies pour l'ensemble du XVIIIe siècle.
Enfin, à la fin du XXe siècle, le dictionnaire de marine de Gruss, publié en 1978, précise qu'un filin était accroché au pelardeau afin de pouvoir le haler depuis l'intérieur de la coque et pouvoir ainsi le placer sur le trou à boucher plus facilement. Il ne semble pas que cet aménagement ait existé entre le XVIe et le XIXe siècle si on en croit les descriptions faites du rôle du calfat.

Le terme de « plaque » quant à lui, si fréquemment cité dans le matériel du calfat, a également largement été décrit dans les dictionnaires de marine consultés lors de cette recherche. Toutefois, aucune entrée n'a pu être inventoriée pour la période du XVIe au XVIIe siècle puisque la plus ancienne mention retrouvée à ce jour remonte à l'ouvrage d'Aubin,

publié en 1702. Il y est dit que ces plaques étaient employées dans la marine pour divers usages : couvrir la lumière des canons, en boucher l'âme, étancher les voies d'eau etc. Toutefois, aucune précision quant à l'existence de variantes morphologiques ou dimensionnelles suivant leurs usages n'apparait ici.

Cette multiplicité d'emploi pour une morphologie apparemment unique rendra donc particulièrement délicate l'identification fonctionnelle des plaques de plomb retrouvées *in situ* comme nous le verrons plus tard (cf 4.2.1).

Les définitions ultérieures, de la fin du XVIIIe siècle, apportent une part de ces précieuses données manquantes. Ainsi, Bourde de Villehuet, dans son ouvrage republié en 1773, renvoie à l'emploi d'un plomb plat à laminer, d'une ou deux lignes d'épaisseur et d'un ou deux pieds carrés pour la réparation du bord. Il est également dit que la plaque doit être clouée sur tout son tour. Toutefois, il s'agit du seul usage pour lequel les dimensions de la plaque de plomb associée sont fournies, ce qui ne nous permet pas, en l'état actuel de nos connaissances, d'identifier sans risque les exemples archéologiques de cette époque.
Quelques années plus tard, en 1831, Willaumez dans son dictionnaire évoque le même usage pour les mêmes dimensions associées, à savoir une plaque d'une à deux lignes d'épaisseur pour douze à quinze pouces carrés, correspondant à un pied carré environ.
La définition la plus tardive, celle fournie par Bonnefoux en 1847 (réédition de 1987), décrit toujours une feuille de plomb employée pour boucher les trous de boulet dans la coque mais ne fournit aucune dimension.

Il est donc à déplorer qu'aucun des dictionnaires de marine consultés sur l'ensemble de la période étudiée ici ne soit en mesure de nous fournir les dimensions des plaques destinées aux autres usages du bord. Nous ne pouvons donc à ce stade, établir s'il s'agissait d'un module unique, valable pour tous les usages du bord, ou si d'autres calibres existaient, chacun destinés à un rôle spécifique.
Le *Dictionnaire moderne des termes de marine et de la navigation à vapeur* rédigé par Lemetheyer en 1843 fait également état de l'emploi de plaques de plomb de divers calibre : « *Il doit se tenir pendant le combat, dans la galerie, ou corridor qui fait le tour du bâtiment, au niveau de la flottaison, avec des tampons de bois de diverses grosseurs, des pelotes d'étoupe et de suif, et des plaques de plomb de différents calibres, pour boucher les trous que pourraient faire les boulets dans le corps d'un bâtiment* »[193]. Toutefois là encore, il est impossible d'attester, par cette seule définition, la présence de différents calibres pour d'autres destinations que la réparation de la coque du navire.

Enfin, dans son ouvrage le *Manœuvrier*, de 1765 (réédition de 1773), Bourde de Villehuet apporte des détails supplémentaires sur la manœuvre telle qu'elle était mise en œuvre par les calfats lors du branle-bas de combat : « *le maître calfat, après avoir bien garni, éprouvé et visité toutes les pompes, avec les rechanges, mettra des cordages au dehors, tout autour du vaisseau et au-dessus de l'eau, arrêtés avec des crampes pour s'y suspendre au*

[193] LEMETHEYER 1843, p. 96, terme de « calfat ».

*besoin, avec une ceinture, et particulièrement aux façons, où les coups sont plus dangereux ; il tiendra, parés, des tapons de bois, bouchons et pelotes d'étoupe, suif et cendres, des plaques de plomb garnies et percées pour les clouer : toutes ces choses seront dispersées dans différents endroits du vaisseau et à portée de main ; de même que les mannes, havresacs et trousse-culs, pour se jeter à l'eau : il doit être lui, et ses gens, aux aguets et aux écoutes, pour remédier aux coups de canon à l'ea*u »[194]. Il s'agit ici de la seule mention écrite aussi détaillée de la manière dont le calfat devait se suspendre par-dessus bord pour aller réparer la coque du navire. De plus, c'est également l'unique mention de la présence de trous sur les plaques de plomb, préalables à leur emploi. Or, comme nous le verrons plus tard, un grand nombre d'exemplaires archéologiques, identifiés comme des éléments de rechange, ont été inventoriés avec un ou des trous sur leur pourtour sans que l'on soit en mesure d'en apporter une signification correcte.

Le terme de « tape de plomb » n'a quant à lui, été retrouvé qu'au sein de l'inventaire de désarmement du vaisseau la *Paix* à son retour de Moka en 1713[195] dans le port de Saint-Malo. Cependant, au vue de la quantité de ce type de d'archives, il a été impossible de les dépouiller systématiquement. Seule une vingtaine d'entre eux l'ont été au cours du temps imparti pour cette recherche. Aussi, il nous est impossible aujourd'hui d'établir avec certitude qu'aucun autre inventaire n'y fasse référence. Cependant, aucun dictionnaire de marine consulté jusqu'à maintenant ne le mentionne non plus. Faut-il y voir le choix terminologique d'un intendant particulier et non un usage plus généralisé ? Cette appellation ne sera donc pas reprise pour réaliser les descriptions archéologiques des artefacts pouvant correspondre, mais d'après la description qui en est faite dans l'archive évoquée, il est possible d'établir avec certitude que ce terme renvoie aux plaques de plomb embarquées par le calfat. En effet, dans ce document, les six tapes de plomb sont répertoriées dans les articles du calfat, au milieu d'autres éléments évoquant la réparation des coques :

« Article du Calfat
16 chopinettes de pompe / 2 chopinettes de Cuivre / 4 livres de cloux de manches et de plomb ou environ / … / 2 cotes ou morceau de Cuir / 6 tapes de plomb / Environ 300 livres de plomb plat / 1 levier avec sa cuilliere pour les pompes / … / 1 pince balles … »

Le plomb semi-brut, embarqué sous forme de rouleaux ou de feuilles de plomb, était donc largement employé par le maître calfat et ses aides lors des navigations. Mais l'évocation de nombreux emplois possibles des feuilles de plomb laissent penser que d'autres postes pouvaient également bénéficier de ce chargement de matière première plus ou moins mise en forme. Nous reviendrons sur cette question dans les chapitres suivants.

[194] BOURDE DE VILLEHUET 1773, IIIe partie, chapitre XI, p. 201.
[195] AD 35, 9B-249, 1713.

D’une manière générale, les quantités de plomb à embarquer devaient donc être particulièrement importantes pour répondre à la multiplicité d’usage de ce métal à bord.

L’archive la plus ancienne retrouvée à ce jour, exposant de manière explicite l’importance de ces volumes de plombs en table embarqués, est un recueil, rédigé en 1690 par l’administration maritime. Celui-ci recense les quantités de plomb en table embarquées pour le service du canon ainsi que pour l’usage du charpentier et du calfat sur différents vaisseaux. On constate que ces quantités varient de 400 livres à 25 livres selon les usages et la taille du navire (FIGURE 74).

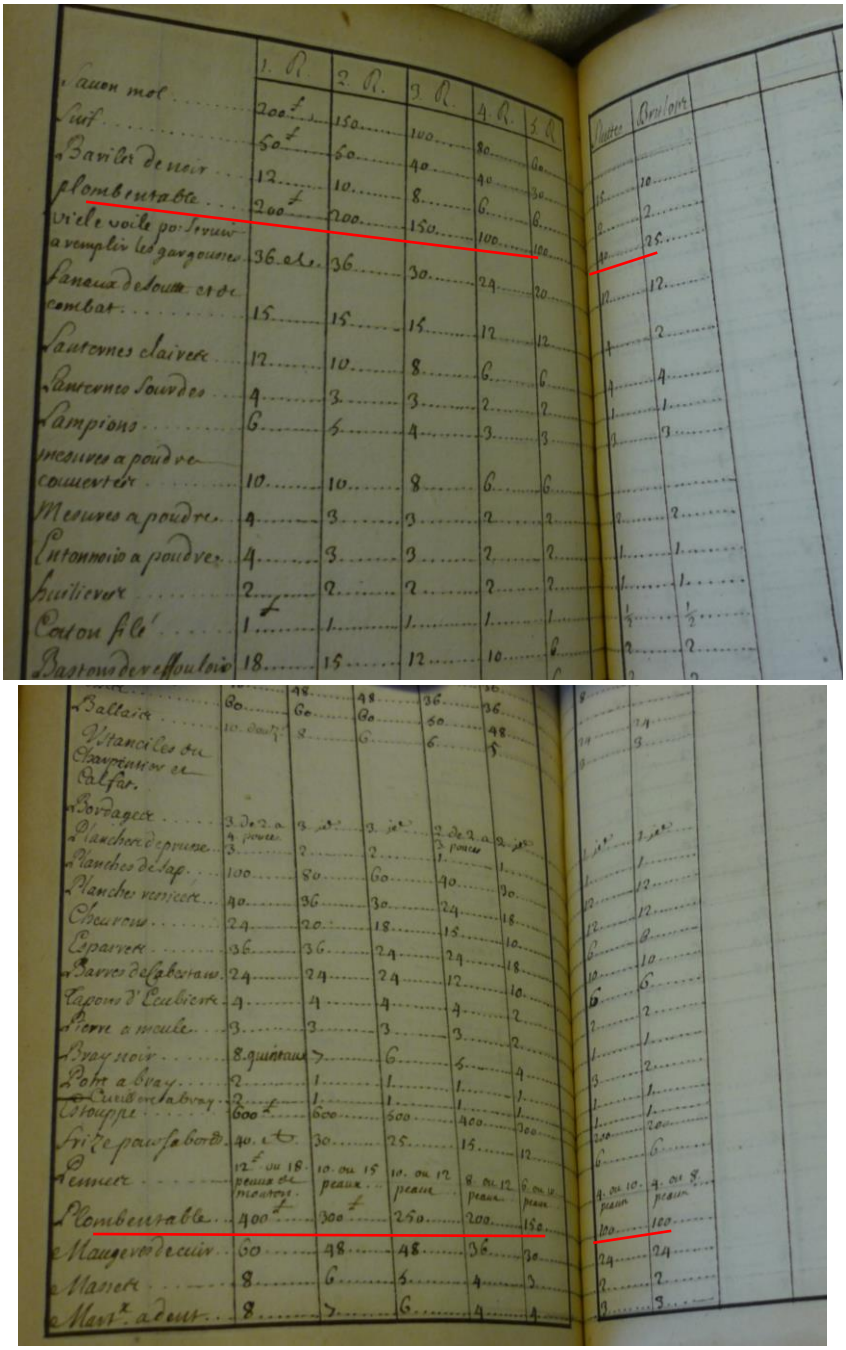


Figure 74 : Recueil consacré à la construction navale et à la navigation, rédigé aux environs de 1690 : quantités en livres de plomb en table pour le service du canon en haut et des charpentier et calfat en bas. Vaisseaux de 1er rang jusqu’au 5e rang, puis flute et brulot (SHD Vincennes, MS 158A, 1690, folios 207v et 220v)

Certaines archives datant du XVIIIe siècle témoignent de ces volumes et permettent également d'estimer les variations de quantités embarquées suivant la taille du navire concerné. Le tableau présenté ici (TABLEAU 5) a pu être dressé en exploitant l'archive conservée sous la cote suivante MS 540 au Service Historique de la Défense de Vincennes[196]. Sur ce document, il n'a pas été précisé si le plomb était embarqué sous forme brute ou semi-brute, toutefois il est intéressant de noter que l'auteur a délibérément séparé les balles du reste de la matière première, moins travaillée, pour servir à bord à divers postes. La présence d'une réserve de plomb pour un an de navigation augmente encore les masses de métal embarquées. Il est donc possible de parler de fait, d'un lest utile pour le navire, même si sa destination finale n'est pas forcément celle-ci.

Type de navire	**Vx 118 canons**	**Vx 110 canons**	**Vx 80 canons**	**Vx 74 canons**	**Frégate portant du 24**	**Frégate portant du 18**	**Frégate portant du 12**	**Corvette 10 canons de 8**	**Brick 16 canons de 6**
Quantités de plomb embarqué (en livres)	587	558	558	392	392	392	80	50	38
Réserves pour un an (en livres)	367	367	367	294	294	294	147	73	49
Balles (en livres)	45,07	43,57	43,57	34,87	34,87	34,87	12,27	5,44	5,44

[196] SHD Vincennes, MS 540, Etat des matières, armes et munitions pour la construction et l'armement des bâtiments de guerre de différents rangs, XVIIIe siècle.

Type de navire	Brick 8 canons de 4	Goélette	Flûte 800 tonneaux	Flûte 600 tonneaux	Gabarre 400 tonneaux	Gabarre 200 tonneaux
Quantités de plomb embarqué (en livres)	19	15	80	60	40	20
Réserves pour un an (en livres)	29	15	120	73	49	20
Balles (en livres)	4,47	22,03	6,42	6,42	5,44	2,96

Tableau 5 : Récapitulatif des quantités de plomb embarqué sur divers types de navire au XVIIIe siècle, d'après un document d'archive conservé au SHD de Vincennes, MS 540 (tableau personnel)

Si ce tableau est assez explicite et représente un bon élément d'estimation des quantités de plomb que l'on peut s'attendre à retrouver sur un site archéologique de cette période, il est malheureusement à déplorer qu'aucune donnée de ce type n'ait pu être retrouvée pour le XVIe siècle. Seules de rares épaves ont été mises au jour, mais elles ne peuvent servir de référence tant les biais liés à leur navigation et à leur fouille peuvent être nombreux. De plus, pour obtenir une vision globale du chargement moyen de ces navires, il faudrait enregistrer systématiquement les quantités de plomb retrouvées pour l'ensemble des sites archéologiques sur une période donnée ce qui s'avère impossible à réaliser.

Un autre ouvrage, datant lui aussi du XVIIIe siècle, témoigne de cette adaptabilité des quantités embarquées suivant le type de navire. Il s'agit de l'*Encyclopédie méthodique de Marine*, coordonnée par Panckouke en 1786 pour le Maréchal De Castries et dans laquelle on peut lire au titre des articles du calfat : « *anneaux à maillet / brais gras / brai sec / cuillers à brai / calibre / étoupe (1000 à 450 livres) / plomb en table (550 à 180 livres selon la taille du vaisseau et par temps de guerre ou de paix)* »[197]. Il est particulièrement intéressant de voir également entrer en jeu la notion du contexte de guerre ou de paix pour définir les quantités de plomb à embarquer à bord. Si l'on tient compte des risques d'endommagement des coques durant les combats, mais aussi des pièces d'artillerie, telles les balles de plomb, à remplacer au fur et à mesure, cette remarque semble se justifier d'elle-même.

[197] PANCKOUKE 1786, tome second, p. 236.

L'ensemble de ce plomb semi-manufacturé, qu'il soit en rouleau ou en plaque, nécessite l'usage de clous spécifiques afin d'être solidement fixé sur les éléments en bois du navire. Les sources documentaires quelles qu'elles soient, mentionnent toutes un recours aux « clous à plomb », témoignant ainsi sans détour de l'usage préférentiel de ce type d'équipement. Les calfats se doivent donc d'embarquer, préalablement à toute navigation, une certaine quantité de ces clous afin d'être en mesure de répondre à tous les travaux du bord qui seront nécessaires. Si l'on consulte les traités et dictionnaires de marine, les définitions fournies sont constantes, depuis l'ouvrage de Desroches datant de 1687 à celui de De Bussy en 1862. Ainsi, on y apprend que ces clous, réalisés en cuivre, présentent une tête ronde et un corps de section carrée, mesurant entre 9 et 12 lignes de long (soit l'équivalent d'un pouce) pour une ligne de large. Ces clous s'avèrent assez fréquemment retrouvés encore en place sur le mobilier en plomb archéologique qui leur est associé. Nous pourrons donc nous attarder plus loin à une comparaison directe des données historiques recueillies ici avec la réalité archéologique (cf 4.1.2.).

Maintenant que nous avons explicité la terminologie historique ayant trait au plomb semi-manufacturé et son mode de mise en œuvre à bord par le calfat, il nous paraissait nécessaire de s'attarder sur les lieux de stockage de ces éléments au sein du navire. En effet, cette information peut se révéler cruciale pour l'archéologue afin de distinguer des zones de travail, de cargaison ou encore de stockage à bord.

La lecture d'une documentation écrite variée, ne portant pas exclusivement sur le plomb lui-même, a rendu possible une meilleure compréhension de ces modes de stockage. Ainsi, l'ouvrage rédigé par lieutenant de vaisseau Missessy Quies en 1789 et intitulé *Arrimage des vaisseaux,* se révèle particulièrement précis sur ces sujets. On peut en effet y lire que : « *les objets en fer et plomb du maitre calfat ayant besoin d'être ferrés et d'être à portée de s'en servir, on les a placé dans un coffre mouvant sur le faux-pont à la 1ère tranche avant. Les autres objets serrables du maitre calfat, joint à ceux-ci, ne sont pas assez considérables pour exiger une soute ; un coffre est suffisant et il est moins lourd. 477 livres. 200 livres de plomb en table, 1 tire balle, clous à plomb 12 livres, clous à pompes 5 livres* »[198]. Il est particulièrement intéressant de noter un stockage préférentiel dans un coffre, situé dans un espace aisément accessible lors des manœuvres quotidiennes, et non en fond de cale. Cette adaptation spatiale témoigne à elle seule du besoin vital du travail du calfat pour la survie du navire, incluant nécessairement ses outils et matières premières.

Le maître calfat avait donc un accès privilégié à l'ensemble du matériel lui étant indispensable pour réaliser ses ouvrages. Cependant, afin d'être mobilisable encore plus rapidement, il gardait à ses côtés, dans un petit coffre nommé « selle du calfat », ses outils quotidiens (FIGURE 75). Ces selles, relativement peu décrites dans les dictionnaires de marine, semblent présenter des dimensions réduites, ne pouvant contenir que de petits instruments et non des

[198] MISSIESSY QUIES 1789, p. 74-75.

plaques ou tables de plomb. L'outillage devait donc être stocké dans ces caisses tandis que les matières premières telles le plomb, l'étoupe, le goudron ou encore les clous à plomb, l'étaient dans un coffre situé sous le pont.



Figure 75 : Caisse de menuisier du XVIIe siècle, devant se rapprocher d'une selle de calfat (photo : Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, http://www.geheugenvannederland.nl/)

La première entrée de ce terme dans un dictionnaire de marine date de l'ouvrage de Desroches de 1647. Il y est noté qu'elle correspond au siège du calfat dans lequel il y entrepose ses outils sans aucune autre précision.

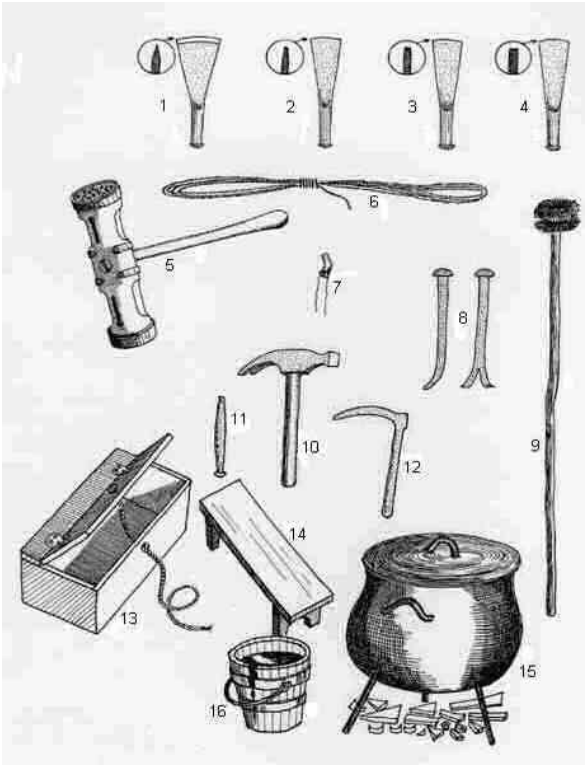


Figure 76 : Planche présentant les outils du calfat dont une selle en bois servant de boîte de rangement et de siège de travail à bord, datant du XVII^{e} siècle (http://www.geheugenvannederland.nl/ et http://www.museeciotaden.org/)

Cette deuxième illustration (FIGURE 76), présentant cette fois spécifiquement les outils du calfat, nous apporte la confirmation des dimensions réduites de cette caisse en bois, et confirme sans aucun doute l'absence de plomb à l'intérieur.

Le maitre calfat, et ses aides, avaient donc à leur disposition, à la fois du plomb brut, sous la forme de rouleaux de plomb, mais aussi des plaques de plomb de modules carrés, pouvant être employées à tout moment lors de la navigation. Nous avons pu mettre en évidence toute la diversité des nomenclatures retrouvées historiquement pour décrire ces deux types d'artefacts mais aussi tenter de repérer les termes les plus largement employé sur le territoire français et sur la période étudiée ici. Il s'agit des appellations « plomb en table » ou « laminé » pour les rouleaux de plomb, et de « pelardeau » ou de « plaque de plomb » pour les feuilles prédécoupées.

2.4.3. Le plomb du maître Canonnier

Nous allons maintenant nous attarder sur un autre poste à bord, celui du maitre canonnier, requérant lui aussi l'utilisation fréquente de plomb sous diverses[199]. Il s'agit d'un rôle tout aussi crucial que le calfatage puisqu'il assure la défense du navire contre toute attaque extérieure.

D'après les définitions retrouvées, ce membre de la maistrance est en charge, à la fois du stockage et de la préservation des réserves de poudre, des projectiles et des armes, mais aussi de la surveillance des manœuvres de tirs lors des combats maritimes. Suivant la taille du navire, il peut arriver que ce poste soit scindé en deux rôles distincts. D'une part, un maitre canonnier, cette fois-ci uniquement en charge de la bonne manœuvre des canons et de leur entretien, et d'autre part, un maitre d'armes, assurant quant à lui le stockage, l'entretien et la distribution des armes portatives, blanches et à feu, à l'équipage.

Si l'on consulte les listes d'armement ou de désarmement des navires, la présence de plomb embarqué spécifiquement pour ce poste apparait instantanément. A titre d'exemple, la liste de désarmement du vaisseau de 500 tonneaux la *Paix*, à son retour de Moka, dans le port de Saint-Malo en 1713, est sans équivoque[200]. En effet, y sont listés, à la charge du maitre canonnier, les éléments suivants :

« Canons et dependances du canonier
17 pieds de canon de 12 livres de balles + 24 pieds de canon de 8 livres de balles + 6 pieds de canon de 4 livres de balles, garnis de leurs affusts
4 pierriers de fonte

[199] L'ensemble du mobilier décrit ici et retrouvé archéologiquement sera analysé moprhologiquement dans le chapitre 4.3.2. sur l'artillerie du bord.
[200] Cet inventaire a déjà été cité plus haut pour les « tapes » de plomb embarquées par le maitre calfat. Il faut garder à l'esprit qu'il s'agit seulement du restant non consommé après le voyage du navire.

2 pierriers de fer
100 pallans de Canon
50 Bragues de Canon
6 Eguillettes
50 coussins de Canon
50 refoulouers
6 bastons de refoulouers
8 refoulouers de Corde
14 cuilliers de Canon
32 pinces de fer
60 Anspects ?
86 gardes de feu
48 platinnes de Canon
110 aisse
6 crampes a Estelles
15 plaques blande
...
40 lanternes a mitraille
Environ 300 livres de meche
4 a 500 gargousse de parchemin
12 à 13 bottes de parchemin
3 rames de papier a gargousse
...
6 vrilles a lumiere
...
3 morceaux de plomb plat
...
3 paires de balances
...
oz marc de fonte de 32 livres
oz autre de fonte de 12 livres
5 moyens poids de fonte
2 poids de fer de 50 livres et oz de 12 livres 6 ... »[201]

Hormis le « plomb plat » évoqué dans le chapitre précédent, la présence de plomb dans cet équipement n'est pas immédiatement lisible, c'est pourquoi il a été nécessaire de rechercher la signification de l'ensemble de ces termes afin d'être en mesure, par la suite, d'estimer si du plomb pouvait constituer certains de ces artefacts.

[201] AD 35, 9B-249, 20 Novembre 1713.

A l'issu de ce travail préalable, il a été possible de distinguer plusieurs éléments en plomb dans cette liste. Il s'agit des « platinnes de Canon » ainsi que l'évident « plomb plat ». Nous reviendrons sur ces éléments plus loin dans ce paragraphe.
Dans cet inventaire, un maitre d'armes est également cité, possédant quant à lui « deux caisses avec ses charges de fusil » soit les munitions du bord.
Enfin, les poids mentionnés dans cette liste ne sont pas en plomb mais en fonte et en fer, cependant, d'autres inventaires témoignent toutefois de l'emploi de ce matériau pour leur fabrication.

Ainsi, celui du désarmement du vaisseau la *Sainte-Roze* de 354 tonneaux, à son retour à Saint-Malo en 1715, fait état de poids en plomb pour l'usage des canonniers[202]. L'emploi du pluriel pour désigner les ouvriers en charge de ce poste laisse penser qu'il devait y avoir plusieurs canonniers à bord, ce qui peut sembler logique puisqu'à l'inverse, aucun maitre d'arme n'est cité dans ce document. Ce vaisseau étant plus petit que la *Paix* présentée ci-dessus, le choix semble avoir été fait de regrouper leurs prérogatives au sein d'un seul et même corps de métier. Observons la liste du matériel confié à ces canonniers:

« Canoniers
14 Canons de 12 livres de Bales avec leurs affust
24 canons de 8 livres de Bales avec leurs affust
8 canons de 4 livres de Bales avec leurs affust
2 Esperez de fontes
4 Boetes de fontes
4 clefs de fer
2 affus de Rechange 1 de 8 et 1 de 4
80 palans Grands, et petite Tourrier ?
40 Bragues a Canon grandes et petitt vieux
18 Roux a affus Grandes et petites
48 refouloir grands et petits
4 refouloir de Corde de 12
6 batons de refouloir de Rechange
6 batons de Refouloir et 6 portes Lain
16 Boutefeux
12 Cuillers a Canon Grandes et Petites avec leurs ?
30 … de bois
46 … Coisins a canon grands et petits
40 Coings demire
28 pinces grandes et petites
40 platinnes de plomb vieux
1300 livres demeiche
36 pacquets de Gargousse vieilles, neuves, Grandes et petites a 25 chaque paquet
46 poulies de palans de Canont dont ? simples ou une partie Estropéés avec leurs ?

[202] AD 35, 9B-251, 8 Juin 1715.

200 Esses pour les Esseux
100 Essbiaux
...
12 Crampes
12 Tirebourre
16 pitons
12 pitons fourches
...
24 plaques Bandes
2 marteaux ...
2 livres clou a refouloir
1 balance avec 8 livres de poids
1 tamie
6 vrilles a lumieres
...
1 livre de fil de fer
169 sacs de balles de plomb a mitrailles
6 sacs de balles a fusils pezant 80 livres chaque environ
1 marbre
12 pinceaux a peindre
300 barils de noir
...
3 Cadenats
...
6 perries de fer
35 balles a 2 testes
100 careaux de fer
300 chaisnes de fer
566 balles rondes de 12 livres
1714 balles de 8 livres
300 balles de 4 livres
3000 vallets grands et petis
9 boittes de fer
2 rames de papier pour Gargousse a fuzil
8 barres de plomb
3 poids de plomb, 2 de 25 livres et 1 d'environ 12 livres
27 barils de poudre denviron 100 livres chaque
... »

Ainsi, aux « platinnes » déjà repérées dans l'inventaire précédent, s'ajoute, au sein de cette longue liste de matériel, la mention de « trois poids de plomb » pesant respectivement 25 et 12 livres soit environ 12,2 et 5,9 kg. La morphologie de ces poids n'est malheureusement pas précisée ici. Cette liste permet toutefois, outre l'attestation de leur présence pour le service de

l'artillerie, de témoigner de l'obligation de disposer d'une gamme de poids de masses différentes à bord. Cette variété est nécessaire afin d'être en mesure de peser précisément des quantités parfois très variables. En effet, le volume de poudre indispensable à la charge d'un canon est largement supérieur à celui impliqué dans la mise à feu d'un fusil par exemple.

La documentation écrite, dans son ensemble, témoigne de l'emploi de ces poids, parfois en plomb, pour la mesure des poudres du bord, qu'elles soient destinées à l'artillerie ou à la médecine via la préparation de décoctions médicinales. Cependant, aucun document retrouvé à ce jour n'évoque leur morphologie. Nous ne sommes donc pas en mesure, à ce niveau de la recherche, d'établir si leur morphologie dépendait du matériau dont ils étaient faits, des masses recherchées, ou enfin, si leur forme était uniquement liée aux choix de l'artisan les ayant produits. Ces questions seront abordées plus loin par le biais de l'analyse archéologique des artefacts (cf 4.3.3).
L'unique certitude est que leur appellation en tant que « poids » semble avoir été constante entre le XVIe et le XIXe siècle. Le terme de « peson » que l'on aurait pu escompter, est lui aussi apparu dans les dictionnaires de marine, mais fait référence à l'instrument de pesée lui-même et non à un poids en plomb[203].

Revenons maintenant à l'analyse de cet inventaire afin de répertorier le reste des éléments en plomb des canonniers. On y retrouve notamment une mention de « barres » de plomb qui, comme nous l'avions déjà évoqué pour l'outillage du calfat, ne sont ici associées à aucune dimension ou caractéristiques morphologiques précises pouvant permettre de les relier aux artefacts archéologiques.

Contrairement à l'inventaire précédent pour lequel elles apparaissaient à la charge du maitre d'armes, un grand nombre de balles de plomb sont également listées ici. Leurs diamètres sont variables afin de s'adapter à la gamme d'armes à feu embarquées. Dans le domaine de l'artillerie, les diamètres ne sont jamais mesurés directement mais induits d'après leurs masses. En effet, l'obtention d'une masse spécifique nécessite l'usage d'une certaine quantité de métal, ne permettant la production que d'un seul diamètre associé. On retrouve ici mentionnées des « balles de mitraille », correspondant aux éléments les plus petits, ainsi que des « balles pour fusils », rangées dans des sacs de 80 livres. Il faut néanmoins être vigilant lors de l'analyse de telles listes car certaines balles mentionnées ici, telles les balles de 12, 8 et 4 livres ne correspondent pas à des balles de plomb, mais font référence à ce qu'on nommerait aujourd'hui des boulets, réalisés en fonte et non en plomb. Le même terme peut donc parfois traduire des réalités bien différentes.

Les balles de plomb apparaissent dans tous les inventaires de navire consultés à ce jour, tant leur importance est grande, à la fois sur des navires de guerre ce qui semble logique, mais aussi sur des navires de commerce. Ces derniers, pour se protéger des pirates et ennemis de

[203] Pour plus de facilité de recherche et de tri dans notre inventaire, nous avons pourtant choisi de différencier les poids destinés à la pesée de ceux dévolus à la pêche par l'emploi du terme peson.

l'état, se devaient eux aussi d'être suffisamment armés. Pourtant, malgré le caractère indispensable de ces artefacts, très peu d'informations ont été retrouvées à leur sujet. Les définitions fournies par les dictionnaires de marine sont excessivement succinctes, se bornant pour la plupart à l'évocation d'une sphère, balle en plomb, servant de projectile pour l'artillerie[204]. Toutefois, certaines d'entre elles se montrent plus précises en évoquant notamment leur mode de production.

Ainsi, au XVIe siècle, on apprend que plusieurs balles étaient coulées en une seule fois, grâce à un moule formé de deux demi-sphères. Ce mode de fabrication se perpétuera jusqu'au milieu du XIXe siècle et le début de l'industrialisation. Cette information nous est fournie par l'ouvrage *De Re Metallica* d'Agricola, datant de 1556 : « *Les balles de plomb sont faites avec une paire de pince de fer d'un pied environ de long, la tête des pinces est formée de deux demi-sphères en fer, qui réunies, ont la forme d'un œuf : chaque partie est creuse et quand elles sont jointes, elles laissent un passage, ce qui forme deux entonnoirs qui conduisent à chaque demi-partie creuse. Ainsi quand on verse du plomb fondu dans l'ouverture, celui-ci coule dans les parties creuses et deux balles sont faites d'une coulée* »[205]. La description de l'opération de coulée est ici très claire et l'auteur fournit même une illustration du type de moule employé (FIGURE 77) qui toutefois laisse plutôt envisager la coulée d'une balle à chaque opération.



Figure 77 : Moule en fer pour balles de plomb (Agricola, 1556, livre sept, p. 193)

Il faut ensuite attendre la définition fournie par Bourde de Villehuet en 1773 (réédition de l'ouvrage de 1765) pour recueillir des données supplémentaires. Dans son dictionnaire, il écrit qu'une balle de plomb pèse une once pour les fusils destinés à la guerre. Il s'agit de la seule donnée numérique fournie par ce type de source documentaire. *L'Encyclopédie ou dictionnaire raisonné* de Diderot de 1777 précise quant à elle que des balles de plomb sont employées pour charger les mousquets, les carabines et les pistolets. De plus, l'ouvrage fournit une illustration de l'atelier des ouvriers en charge de la production de ces balles de plomb, laissant apparaitre la coulée simultanée de dix balles de plomb dans un moule unique (FIGURE 78).

[204] Se référer au dictionnaire chronologique des termes liés au plomb du volume II pour consulter l'ensemble des définitions recueillies.
[205] AGRICOLA 1556, livre sept, p. 193.

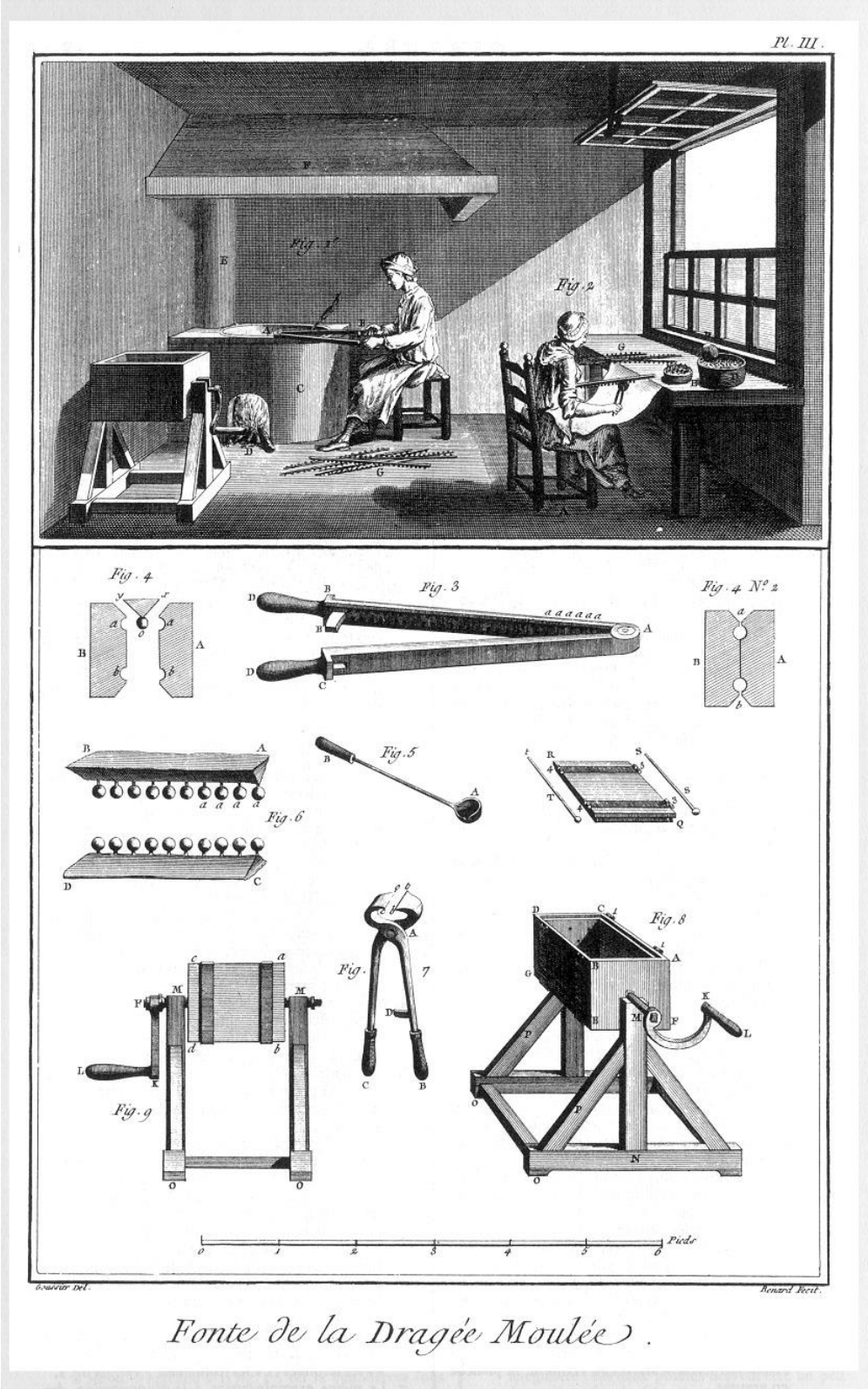


Figure 78 : Planche III de l'Encyclopédie ou dictionnaire raisonné, publié par Denis Diderot en 1777 (Diderot, 1777, planche III, p. 22 : 4 dans http://portail.atilf.fr/cgi-bin/getobject_?p.140:90./var/artfla/encyclopedie/textdata/image/)

Enfin, au XIXe siècle, un ouvrage portant spécifiquement sur la fabrication des balles de plomb, rédigé par J. Madelaine en 1827, stipule que dix balles de plomb sont là encore

coulées en une seule fournée et que cette opération laisse des stigmates visibles sur les balles produites : une soufflure sur la ligne de jonction des deux parties du moule et un relief lié à la coupure du jet de coulée du plomb[206]. La présence de ces détails morphologiques sera étudiée sur les artefacts inventoriés dans ce corpus (cf 4.3.2).

Le mode de fabrication des balles de plomb ne semble donc pas avoir fondamentalement changé entre le XVIe et le XIXe siècle, si ce n'est par une augmentation de la productivité grâce à la réalisation d'un plus grand nombre de projectiles lors d'une seule coulée.

Il est enfin possible de conclure que deux termes semblent avoir existé simultanément pour désigner ces projectiles en plomb : d'une part le mot « mitraille » pour les balles de très faible diamètre, et d'autre part, le terme de « balle » renvoyant aux sphères de plus gros calibres pour les fusils, mousquets et carabines.
Le terme de « dragées » a également été lu dans certains documents, mais semble plutôt se référer à du plomb en petits morceaux tronconiques, pouvant servir de matière première à la fabrication de nouvelles balles de plomb à bord ou à la charge en vrac de certaine armes à feu. Ainsi, l'Encyclopédie de Diderot datant de 1777, nous livre la définition suivante : « *plomb fondu à l'eau ou coulé au moule, en grains plus ou moins gros, dont on charge les armes à feu pour la chasse. On appelle ces grains dragées pour les distinguer des balles dont une seule remplit le calibre du fusil ; au lieu qu'il faut une quantité plus ou moins grande de dragées pour la charge d'une arme à feu* »[207]. Les dimensions de ces grains de plomb devaient donc être très réduites et leur morphologie variable.

La possibilité de renouveler les réserves de munitions à bord devait être précieuse pour les marins de l'époque. Si l'on s'attache aux inventaires d'armement, il apparait que le calfat, le canonnier ou le maitre d'armes pouvaient, suivant les spécificités de chaque équipage, être amenés à faire fondre le plomb pour créer de nouvelles munitions. D'ailleurs des « moules à balle », ou encore des « tire-balles » sont fréquemment mis au jour dans les inventaires d'armement des navires. On constate également, la mention de « *plomb en saumons* » dans l'inventaire des marchandises à avoir en magasins pour le service de la marine publié dans l'Encyclopédie de Panckouke en 1786, venant des « *mines de Bretagne* » pour « *balles de fusils* »[208]. L'emploi de plomb en table, ou « plomb plat » comme sur le vaisseau la *Paix,* et de saumon semble donc être chose courante pour renouveler les stocks de munitions.

Enfin, le dernier élément en plomb à la charge du canonnier dont nous n'avons pas encore parlé est la « platinne », orthographiée telle qu'elle apparait dans l'inventaire de la *Sainte-Roze* cité précédemment. Cet équipement est apparu dans tous les inventaires consultés à ce jour, cependant la terminologie employée pour le désigner est variable. En effet, nous

[206] MADELAINE 1827, p. 6.
[207] DIDEROT 1782, volume XI, p. 343.
[208] PANCKOUKE 1786, tome second, p. 648.

avons pu lister à ce jour les termes suivant : « couvre-platine », « platinne », « platine » et « plataynne », dérivant tous de la racine platine. A ce vocabulaire, s'ajoute le terme très différent de « couvre-lumière ».

La lecture systématique des dictionnaires de marine pour les termes cités ci-dessus a montré que l'appellation platine semble avoir été la plus ancienne. En effet, elle apparait dès 1687, dans le dictionnaire rédigé par Desroches. On y apprend qu'il s'agit là encore d'une plaque de plomb, issue d'une table de plomb et servant à couvrir la lumière des canons. Cette définition est particulièrement intéressante car elle met en lumière le mode de fabrication de ces plaques de plomb, qui sont extraites de plombs en tables, mais elle détaille également l'usage qui en est fait. La platine sert donc à couvrir la lumière du canon, c'est-à-dire cet orifice par lequel s'effectue la mise à feu du canon, afin de le protéger de toute humidité pouvant enrayer la manœuvre.

Le dictionnaire publié par Aubin en 1702 reprend quant à lui exactement la même définition et des précisions ne seront apportées qu'à la fin du XVIIIe siècle, par l'ouvrage de Bourde de Villehuet, republié en 1773. En effet, la platine y est décrite comme une plaque de plomb d'un pied carré, battue sur la culasse du canon.
Il est donc intéressant d'apprendre que la plaque de plomb utilisée est modelée directement sur le canon lui-même, à partir d'un morceau de plomb plat, afin d'épouser au plus près sa forme. Les mesures fournies ici sont également précieuses car elles pourront ensuite être comparées aux artefacts découverts archéologiquement. L'auteur ne mentionne pas de variation des dimensions de la plaque suivant celles du canon à recouvrir, laissant entrevoir l'utilisation d'une plaque standardisée. Il est à noter que ces dimensions correspondent également à celles déjà vues pour les plaques embarquées par le calfat. Toute la question sera donc de voir de quelle manière, archéologiquement, il est possible de distinguer ces artefacts entre eux.

Toutefois, aucune précision n'est encore donnée quant au mode de fixation de cette platine sur son canon. Pour obtenir cette information, il faut attendre l'ouvrage publié par Panckouke en 1786 dans lequel il est dit que la plaque est amarrée avec des lignes sur les plans roidis du canon. Les modalités de ce type d'attache seront quant à elles fournies par le dictionnaire de marine de Willaumez de 1831. La définition publiée dans cet ouvrage évoque une platine : « *amarrée des deux côtés sur les garans de palan du canon, qui sont tournés au bouton de culasse, avec de la ligne d'amarrage* »[209]. Cette description est particulièrement précise et nous renseigne sur le type de cordage employé pour cette opération, information précieuse sachant que le matériel organique est très peu retrouvé *in situ*.

Enfin, des données supplémentaires seront fournies par l'ouvrage tardif de Boudriot, *Le Vaisseau de 74 canons,* publié en 1977. On peut y lire que la platine est une plaque de plomb d'une demi-ligne d'épaisseur.

[209] WILLAUMEZ 1831, 3e édition, p. 453.

Ainsi, en conclusion, lorsque l'on regarde l'ensemble des définitions fournies par ces dictionnaires de marine entre le XVIIe et le XXe siècle, on constate une très grande constance de la définition fonctionnelle de cet objet. Toutefois, on note également une nette amélioration de la précision des informations fournies sur la plaque elle-même, ainsi que sur son mode de fixation au canon. La plaque utilisée ici semble donc être tirée d'une feuille de plomb d'une demi-ligne d'épaisseur (soit 0,22 cm) que l'on a découpé au préalable pour former un carré d'environ un pied de côté (soit 32,5 cm).

Les dictionnaires de marine nous fournissent donc une image assez complète de cet artefact qui peut toutefois être complétée par des traités sur la marine ou la navigation par exemple. Ainsi, dans l'*Installation des Vaisseaux*, Burgues de Missiessy écrit : « *de sa platine de plomb pour recouvrir la lumière, et sur laquelle sera écrit, en caractère bien lisibles, le nom et l'ordre de position des hommes employés au service de la pièce* »[210]. Il s'agit là de l'unique mention écrite de la présence d'inscription sur cet équipement. Il s'agira de constater archéologiquement si cela peut être confirmé ou non.

Les termes de couvre-platine et de couvre-lumière quant à eux n'apparaissent que tardivement dans les dictionnaires de marine. En effet, l'entrée la plus ancienne retrouvée à ce jour date de l'ouvrage de Willaumez, publié en 1831. Dans celui-ci, ces éléments sont définis comme étant deux plaques de plomb avec d'une part, la platine pour couvrir la lumière du canon et d'autre part, le couvre-platine servant à couvrir la batterie-platine lorsqu'elle est montée sur le canon. D'après cette définition, il semblerait donc que le terme de couvre-lumière renvoie à la platine déjà décrite ci-dessus, tandis que le couvre-platine fasse référence à un tout autre artefact. La « batterie-platine » étant un aménagement des canons, inventé et diffusé dans la marine seulement à partir de la fin du XVIIIe siècle, il parait donc logique que l'objet servant à le recouvrir n'ait été créé qu'à la même période. Le dictionnaire de marine de Lecomte, publié en 1835, témoigne des mêmes distinctions d'usage, allant même jusqu'à préciser qu'il était impossible de les employer simultanément.

Aucune donnée concernant la morphologie du couvre-platine ou de ses dimensions n'a pu être retrouvé dans la documentation consultée, mais un ouvrage publié au XXe siècle[211] évoque les dimensions que devait avoir le couvre-lumière. Il nous a paru pertinent, bien que cet ouvrage sorte du cadre chronologique de cette étude, de mentionner ici les mesures fournies, à titre d'éléments de comparaison avec les artefacts archéologiques. Le couvre-lumière doit donc être une plaque de plomb de 3 mm d'épaisseur, de forme carrée et mesurer entre 15 et 20 cm de côté. Elle doit également être fixée sur le canon par deux tresses nouées autour de la culasse et elle porte les noms des servants employés au service du canon gravés sur l'une de ses faces. Nous retrouvons donc ici la même définition que celle de la platine telle qu'elle était décrite à la fin du XIXe et du XXe siècle. Toutefois, la plaque de plomb semble ici un peu moins grande, passant de 32,5 cm à seulement 15 à 20 cm de long. L'épaisseur de la

[210] BURGUES MISSIESSY 1797, p. 74.
[211] Il s'agit de l'ouvrage rédigé par Boudriot et publié en 1992.

plaque quant à elle reste quasiment la même. Une donnée supplémentaire a également pu être enregistrée à partir de l'ouvrage rédigé par Bonnefoux en 1847, dans lequel on peut lire que le couvre-lumière est une plaque plate possédant deux rabans ; donnée qui nous était inconnue jusqu'ici.

Les informations recueillies sur le couvre-platine sont quant à elles, particulièrement lacunaires et il sera important d'exploiter au maximum les données archéologiques pour tenter de combler ces lacunes.

Il faut enfin mentionner qu'au moment de la rédaction de cette thèse, la citation la plus ancienne de l'emploi d'un équipement en plomb pour couvrir la lumière du canon remonte à 1595 dans l'inventaire du matériel de la Tour de Londres réalisé pour la royauté. En effet on peut y lire la citation suivante : « *covers of lead for the touches of ordnance* ». Le terme anglais « lead cover » se réfère donc à la platine française.
Nous pouvons émettre l'hypothèse que le terme de platine ait été utilisé très tôt, dès le XVIe siècle, puis qu'à partir du XIXe siècle au moins, il ait coexisté avec le terme de couvre-lumière, apparu pour permettre la distinction de cet artefact avec le couvre-platine, nouvellement conçu.

Par l'analyse détaillée de diverses sources historiques officielles, telles que les inventaires d'armement de navire et les dictionnaires de marine, il a donc été possible d'établir avec certitude que les maîtres canonniers embarquaient pour leur service du plomb, sous forme de plaques servant à la protection des canons, de poids pour la mesure des poudres, ou encore des balles de plomb destinées à charger les armes à feu du bord.
Afin d'être en mesure de remplacer l'ensemble de ces équipements si le besoin s'en faisait sentir au cours du voyage, le maitre canonnier pouvait également avoir à sa disposition du plomb brut, en table, laminé ou non mais modulable à souhait. L'ensemble de ce matériel devait probablement se trouver rangé dans une cale, avec le reste de l'équipement de ce poste d'équipage.

2.4.4. Le plomb du pilote

Un troisième poste d'équipage a recours a d'importantes quantités de plomb, disponibles sous plusieurs formes. Il s'agit du pilote du bord. En effet, pour estimer la position du navire le pilote emploie un instrument spécialisé nommé « sonde » ou « plomb de sonde » permettant à la fois la hauteur d'eau située sous la coque du navire, mais aussi la nature du fond marin. L'appellation de cet artefact laisse ainsi comprendre sans ambiguïté le type de matériau constituant cet objet.

Cet objet, déjà présenté dans l'introduction de ce texte, est de forme plus ou moins pyramidale et possède toujours une cavité à sa base ainsi qu'un trou à son sommet. La cavité est remplie de suif ou autre matière graisseuse afin que des particules du fond y restent collées lors de

l'impact de la sonde sur le fond marin. Le trou sommital quant à lui permet de suspendre la sonde à une « ligne de sonde », régulièrement marquée au préalable, afin de mesurer la quantité de ligne déroulée une fois que le plomb aura atteint le fond et ainsi, connaitre la profondeur marine (FIGURE 79).



Figure 79 : Plomb de sonde et ligne de sonde marquée (Victorian Collection, Australie)

Comme nous l'avions évoqué, la mise en action de cet outil est particulièrement délicate et périlleuse puisque le sondeur doit se pencher à l'extérieur, voir se positionner sur la coque elle-même, afin de pouvoir lancer le plomb de sonde suffisamment loin vers l'avant du navire (cf introduction). Ce lancé vers l'avant permet au plomb d'atteindre le fond lorsque le navire, qui a réduit au préalable sa vitesse, sera juste au-dessus. C'est de cette verticalité que dépendra la précision de la mesure effectuée.

Le pilote, pour être en mesure de sonder par toutes profondeurs, se devait donc d'avoir à sa disposition à bord, un lot de plombs de sonde de différentes dimensions et masses[212]. En effet, plus un plomb est imposant et plus il coulera rapidement, permettant ainsi une mesure précise puisque la ligne n'aura pas le temps de dévier trop fortement avant d'atteindre le fond. Ces lots de plomb de sonde sont régulièrement mentionnés dans les inventaires d'armement des navires mais sont aussi bien attestés archéologiquement, comme cela avait déjà été montré dans le mémoire de Master 2.

A titre d'exemple, on peut lire dans l'inventaire d'armement du *Diligent* à Saint-Malo en 1713, que le pilote possède comme équipement : « *9 plombs de sonde petis et grand* »[213]. Le nombre de sondes embarquées pouvait donc être important mais représentait un chargement

[212] Nous ne reviendrons pas ici sur les variantes de cette manœuvre, par faible et grande profondeur, ni sur les détails morphologiques des différents types de plomb de sonde, qui ont déjà été largement détaillés au cours des travaux réalisés en Master 1 et 2 : VEYRAT 2010 et 2011.
[213] AD 35, 9B-249, Octobre 1713.

indispensable, tant l'utilité de cet instrument était indiscutable pour la survie du navire. De plus, la présence de ces lots à bord devait également permettre de combler les pertes potentielles en cas de tempête. Les études menées au cours du Master 2 sur ces lots de plomb de sonde ont démontré qu'ils ne provenaient pas toujours d'un seul et même approvisionnement.

Après ces brefs rappels, présentons maintenant les deux données encore inconnues, apparues au cours de cette thèse grâce au dépouillement des sources documentaires.

Il s'agit d'une part, de la présence à bord de barils, situés sur l'avant du navire, pour ranger les sondes à poste, prêtes à être employées par les marins. Cette information nous a été fournie par la lecture de l'inventaire de désarmement de la *Sainte-Roze* en 1715 à Saint-Malo. En effet, on peut y trouver, au titre des articles des « *Ustancilles du pilotte* » : « *2 barils amettre les Lignes de Sonde* »[214]. Au cours des recherches menées en Master, il avait été supposé, d'après la lecture de divers traités de navigation, que le pilote devait conserver à l'avant, un certain nombre de plombs de sonde et leurs lignes associées, afin d'être en mesure de sonder à n'importe quel moment. Cependant, aucune mention d'un quelconque aménagement ou récipient n'avait pu être découvert. Au cours de cette thèse, une seconde preuve écrite de l'existence de ces aménagements sur le pont, dans la partie avant du navire, nous a été fournie par l'ouvrage intitulé *Le Manœuvrier,* de Bourde de Villehuet, puisqu'on peut y lire le paragraphe suivant : « *Idées sur la manière de former des sujets à la marine, et sur la distribution du service des officiers et de l'équipage à la mer. Article Ier. Du branle-bas (p. 201). Si l'on est dans le cas de sonder, il faut que les bailles de sonde, avec les lignes et les plombs, soient parées, et à l'abri du mât d'artimon, si l'on ne se bat que d'un côté* »[215]. Cette citation atteste bien de la présence de sondes parées à servir, dans une zone qui leur est dédiée à l'avant du navire. Le terme de baille décrit quant à lui un tonneau coupé en deux, soit une sorte de baquet de bois plus large du fond que du haut. Une fois cette appellation découverte, il a été possible de la retrouver au sein de plusieurs dictionnaires de marine. Ainsi, à titre d'exemple, l'ouvrage rédigé par Montferrier en 1841 fournit la définition suivante : « *Baille, baquet. Il y a des bailles de combat et des bailles de sonde. […] les secondes sont percées par le fond afin que l'eau ne puisse y séjourner, et elles reçoivent, quand on a sondé, la ligne à laquelle est attachée la sonde* »[216]. L'ensemble des définitions retrouvées ne nous fournit pas d'informations supplémentaires et ne permet pas d'établir si cet aménagement de rangement était fixe sur le pont ou s'il était ammovible.

D'autre part, l'inventaire de désarmement du vaisseau la *Paix,* à son retour de Moka en 1713, témoigne de la présence de : « *8 plombs de sonde de differente grosseur* », d'« *1 ligne de sonde* » et de « *2 poulies coupées pour la ligne de sonde* » au sein des articles du « *pillotte* »[217]. A ce jour, aucune autre mention de poulies coupées n'avait encore été retrouvée et malheureusement nous ne pouvons qu'émettre une hypothèse quant à leur

[214] AD 35, 9B-251, 8 Juin 1715.
[215] BOURDE DE VILLEHUET 1773 (réédition de 1765), IIIe partie, chapitre XI, p. 201.
[216] MONTFERRIER 1841, p. 109.
[217] AD 35, 9B-249, 20 Novembre 1713.

fonction exacte. Il pourrait être envisageable qu'elles aient été mises en œuvre pour faciliter le déroulé de la ligne ou sa remontée, mais il serait important, pour vérifier cette supposition, de pratiquer une reconstitution archéologique.

Enfin, il faut mentionner ici, que le pilote du bord avait également à sa disposition des « boites en plomb pour habitacles », servant à protéger les instruments de mesure si précieux tels que la boussole ou l'astrolabe par exemple[218]. Il est à déplorer que cet équipement, une fois encore, n'apparaisse que dans des inventaires sous forme de listes, et ne soit donc accompagné d'aucune description morphologique.

Maintenant que nous avons détaillé la terminologie des divers éléments en plomb au service des principaux postes du bord, il nous a paru important de s'attarder également sur les autres petits éléments en plomb apparaissant dans les inventaires d'armement, mais aussi sur le vocabulaire employé pour décrire le plomb utilisé dans l'aménagement du navire lui-même.

2.4.5. Le plomb de l'écrivain

Peu d'autres équipements du bord apparaissent mentionnés en plomb dans les inventaires de marine, cependant cela n'implique pas forcément l'absence de mobilier en plomb supplémentaire à bord. En effet, comme pour les termes de cornet ou de pelardeau, certaines appellations ne traduisent pas immédiatement une présence de plomb. Ce n'est que grâce à leur découverte fortuite et à une recherche ultérieure de leur signification dans la documentation écrite qu'il a été possible d'identifier ces équipements en plomb. Ainsi, il faudrait dépouiller de manière systématique la totalité des entrées des dictionnaires de marine afin de repérer d'éventuels équipements en plomb supplémentaires. Or, d'une manière pratique, cela se révèle impossible à réaliser. L'apport des découvertes archéologiques sera donc primordial, à la fois pour mettre au jour du mobilier en plomb non cité dans les inventaires, mais aussi pour mettre en balance la réalité du navire à la théorie officielle fournie dans les dictionnaires et traités.

Un des rares éléments du bord, mentionnés dans les archives comme étant en plomb, est un « cornet de plomb »[219], intégré dans un « écritoire » d'après certaines sources du XVIIIe siècle. Comme nous l'avions déjà précisé dans le paragraphe 2.3.4. de ce texte, l'ouvrage *Dictionnaire universel de commerce*, rédigé par Jacques Savary des Bruslons en 1726 apporte la seule définition connue de ce mobilier : « *cornet d'écritoire : c'est la partie de l'écritoire, ou l'on met l'encre. Il y en a d'or, d'argent, de cuivre, de corne, de plomb & de verre. Les cornets de plomb font partie du négoce des Maitres Papetiers ; les autres aussi-bien que ceux de plomb se vendent par les Merciers ; mais ce sont les Orfèvres qui font ceux d'or et*

[218] Cet équipement en plomb a été cité dans plusieurs inventaires de marine, dont les archives AN Mar, D1-36, Dunkerque, 1784 et AN Mar, D1-37, le Havre, 1784.

[219] L'archive citant cet élément en plomb a déjà été présentée au paragraphe 2.3.4. de ce volume : AN Mar, D1-53, 1788, folio 3

d'argent »[220]. Il semblerait donc plutôt que le terme de cornet de plomb soit employé à l'époque comme un synonyme de ce qu'on nomme aujourd'hui encrier et qu'il puisse s'intégrer à un « écritoire », soit un aménagement permettant de contenir divers éléments destinés à l'écriture.

Dans cet ouvrage, la définition relie ces deux éléments, mais ils semblent avoir pu être employés seuls, comme en témoigne certains inventaires d'équipement des magasins des ports au XVIIIe siècle. Ainsi, l'archive recensant l'équipement matériel des magasins du port de Dunkerque en 1784, devant être employé à la construction des navires dans ce bassin, évoque la présence d' « *écritoire de plomb* »[221] tandis que la liste fournie par Panckouke des marchandises à mettre dans les magasins des ports, pour le service de la marine, fait apparaitre des « *cornets de plomb à 10 sous chaque, se font dans le port, pour les* bureaux »[222]. Malheureusement aucune description n'est fournie avec cette brève mention.

Cet ouvrage est particulièrement intéressant car y est listé un équipement en plomb, à ce jour non mentionné dans les listes d'armements dépouillées jusqu'ici : des « caisses doublées de plomb pour l'huile ». Cet artefact n'a, pour l'heure jamais été retrouvé *in situ*, ou pour le moins, aucun objet n'a pu être identifié en tant que tel.

En ce qui concerne l'équipement en plomb de l'écrivain du bord, il apparait donc sommaire, avec uniquement des « cornets » qu'on nommerait de nos jours « encriers », et des « écritoires ». L'emploi du plomb pour réaliser cet objet parait logique puisqu'il exige, plus que tout autre, de rester parfaitement stable même par forte mer, afin de ne pas déverser sa précieuse encre. Aucune mention antérieure au XVIIIe siècle n'a été listée au cours de cette recherche, mais cela peut largement être imputé au manque de sources des XVIe et XVIIe siècles.

2.4.6. Autres équipements du bord

Nous avons regroupé ici l'ensemble des équipements du bord que nous ne pouvions rattacher à aucun poste spécifique à bord. Commençons donc par présenter le plomb prenant part à l'une des activités les plus importantes pour la survie de l'équipage, à savoir la pêche. Cette opération n'est en effet pas qu'un simple passe-temps pour les marins et se révèle parfois indispensable pour assurer leur alimentation. Deux types de pêches pouvaient être mises en œuvre, et existent d'ailleurs toujours de nos jours. Il s'agit d'une part de la pêche au filet, et d'autre part, de la pêche à la ligne. L'existence de pratiques différentes implique nécessairement l'usage d'instruments différenciés, et il sera important de voir s'il est possible de les distinguer archéologiquement ou non (cf 4.3.3).

[220] SAVARY DES BRUSLONS 1726, p. 1109.
[221] AN Mar, D1-36, Juillet 1784.
[222] PANCKOUKE 1786, tome second, p. 636.

Du point de vue des documents d'archive, il a été possible de retrouver la trace de chacune de ces deux types de pêche. En effet, certains inventaires, tel que celui du désarmement de la Sainte-Roze en 1715, déjà maintes fois cité, listent la présence à bord « *d'une vielle seyne hors de service* » mais aussi de « *21 lignes à pescher* »[223], attestant directement de la co-existence de ces différentes pratiques sur un même navire. Il semble d'ailleurs logique que les marins aient eu à leur disposition divers appareils de pêche afin de pouvoir s'adapter aux milieux rencontrés.

Le terme de « seyne » nous étant inconnu au début de cette recherche, sa définition a été systématiquement analysée dans les dictionnaires de marine afin d'être assuré de l'emploi de plomb dans sa réalisation. Par cette recherche, il a été possible de constater l'existence de quatre orthographes pour désigner cet équipement : seyne, seine, senne ou encore seune. L'ensemble des dictionnaires de marine consultés à ce jour, ou presque, ont au moins une entrée pour l'une de ces nomenclatures. La mention la plus ancienne retrouvée à ce jour remonte au traité d'*Hydrographie* rédigé par Founier en 1643 : « *les Seines ou filets dont on se sert, ont 30 à 40 brasses de long & souvent on en met 6 ou 7 bout à bout. La Macle est en losange, & a viron un pouce de diamètre, au bas de la Seine il y a quantité de morceaux de plomb qui la font aller en bas, & la tiennent droit & en état, à cause des morceaux de liège qui sont en haut des filets. Aux deux extrémitez d'enhaut sont certaines cordes nomées Habins, avec lesquelles les filets sont amarez au grand masts* »[224]. Il est dit ici précisément que des « morceaux de plomb » sont installés au bas du filet pour le lester et le maintenir au fond. Cependant, aucune information sur leur mode d'attache au filet ou sur leur morphologie n'est fournie ici.
L'orthographe « seine » apparait comme étant la plus largement répandue parmi les définitions retrouvées[225], toutefois, aucun des ouvrages ultérieurs ne s'avèrent plus précis concernant le type de plomb utilisé pour lester les filets ; l'apport de l'étude archéologique en sera d'autant plus important.

Une illustration détaillée des filets de pêche existants au XVIIIe siècle nous est fournie par le *Traité général des pesches* de Duhamel de Monceau, publié entre 1769 et 1782. Il ne s'agit pas ici de filets spécifiquement dédiés à la marine mais on peut sans grand risque, supposer que leurs structures générales devaient être similaires (FIGURE 80).

[223] AD 35, 9B-251, 1715.
[224] FOURNIER 1643, p. 242.
[225] Cette appellation a donc été retenue pour la terminologie historique de ce type d'artefacts.

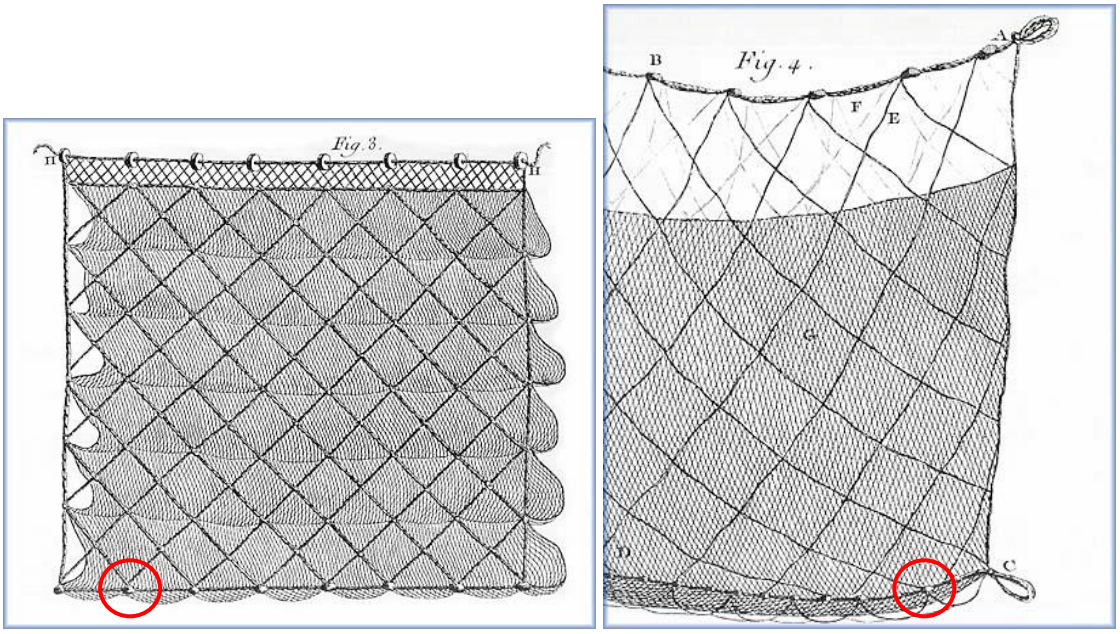


Figure 80 : Filets de pêche issus du *Traité général des pesches*, plombés à leur base (Duhamel de Monceau, 1772, planche XXXV, figure 3 et 4)

On remarque la présence, à la base de ces filets, de poids de forme allongée, directement insérés sur la ligne du filet lui-même. Le traité ne présentant pas de détail des diverses parties du filet, il nous est difficile d'aller plus loin dans la description de ces lests en plomb.

La présence à bord de filets de pêche plombés semble récurrente tout au long de la période étudiée ici, ce qui parait cohérent avec les avantages indiscutables que son emploi procurait aux marins. *L'Encyclopédie méthodique* publiée par Panckouke en 1786 en témoigne par ces mots : « *Une seine est d'un grand secours pour les vaisseaux qui font des voyages de long cours* »[226]. Nous comprenons donc à quel point, cet apport en poisson frais, pouvait représenter un bienfait non négligeable pour l'équipage, principalement lors de voyages au long cours.

Les lignes de pêche quant à elles n'ont été mentionnées dans aucune des sources consultées à ce jour, excepté l'inventaire cité précédemment. D'une manière plus large, aucune définition en relation avec la pratique de la pêche n'a pu être retrouvée pour les termes de « poids » ou de « peson », ce qui semble en décalage par rapport aux quantités retrouvées de ce type de vestiges archéologiques.

La consultation des archives des ports et arsenaux, et notamment celle des inventaires de la production mensuelle de leurs divers ateliers, dont les plomberies, nous ont également permis de mettre au jour plusieurs équipements du bord encore totalement inconnus et absents de la documentation scientifique.

[226] PANCKOUKE 1786, tome troisième, p. 406.

Ainsi, on apprend que les plombiers du laminoir du port de Brest ont produit en Novembre 1788 « 1 baudoir et 2 balicornets »[227]. Il s'agit de l'unique mention découverte lors du dépouillement des archives mis en œuvre au cours de cette thèse et cette dernière est particulièrement lacunaire, ne précisant ni leur morphologie, ni leur fonction et encore moins leur réalisation en plomb. C'est pourquoi, une recherche systématique de ces deux termes au sein des dictionnaires de marine s'est avérée nécessaire, afin de tenter de restituer une définition précise pour chacun de ces artefacts. Toutefois, cette recherche s'est révélée infructueuse sur la totalité des 15 dictionnaires et traités consultés, entre le XVIIe et le XIXe siècle. Ainsi, nous ne sommes pas en mesure aujourd'hui d'expliciter ces deux termes, ni de les relier à un quelconque artefact archéologique. Nous ne pouvons qu'expliquer cette absence par deux hypothèses éventuelles. Soit, l'orthographe de ces termes était erronée dans cet inventaire, soit ces appellations n'étaient propres qu'à des équipements produits localement, résultant de l'habitude d'un plombier de ce port exclusivement.

Puis, toujours lors du dépouillement des inventaires d'ateliers, nous avons mis au jour la dénomination suivante : « cuvette de bois garnie de plomb », réalisée au sein du port de Toulon en 1788[228]. L'archive ne précise pas si une plomberie était en activité dans le port, toutefois, la description de la cuvette ne laisse planer aucun doute quant à sa réalisation par un plombier. A ce jour, aucun artefact pouvant correspondre à cette description n'a été découvert et publié. Cette absence de vestiges archéologiques pourrait cependant s'expliquer par la disparition du bois constituant la cuvette, ne laissant subsister qu'un doublage en plomb, ne pouvant par conséquent être distingué des autres feuilles de plomb du bord. De plus, son usage reste quant à lui totalement inconnu.
Il a donc été nécessaire de réunir d'autres caractéristiques descriptives de cet artefact afin d'être en mesure de l'identifier parmi les vestiges archéologiques et de restituer sa mise en œuvre à bord. C'est cette même archive qui nous a apporté un précieux complément d'information. En effet, lorsque l'on poursuit sa lecture, on apprend que la cuvette possède un tuyau associé. Il semblerait donc qu'il s'agisse d'installations sanitaires mais nous ne pouvons choisir entre un usage comme un évier, ou comme des toilettes. Il faut également ajouter que l'archive ne précise pas si le tuyau était également réalisé en plomb ou s'il était en bois comme la cuvette. Les informations dont nous disposons donc sur cet élément entrant dans l'architecture du navire sont encore très lacunaires et ne permettront malheureusement pas d'identifier aisément ces artefacts. Les rares éléments en plomb ayant été identifiés comme des installations sanitaires ne semblent d'ailleurs pas correspondre à cette description. Nous y reviendrons dans un chapitre qui leur sera consacré (cf 4.2.3).

Enfin, l'inventaire mensuel des fournitures présentes dans les ateliers et magasins du port de Dunkerque mentionne pour Juillet 1784 la présence de « caisses doublées de plomb pour l'huile »[229]. Le choix d'un doublage interne en plomb parait évident pour contenir du liquide tant ce métal est étanche. A ce jour, la seule mention connue d'un tel artefact nous est

[227] AN Mar, D1-52, Novembre 1788, folios 328 v – 329 r.
[228] AN Mar, D1-53, Juillet 1788, folios 111 v – 112 r.
[229] AN Mar, D1-36, 1784, p. 105.

fournie par la publication du *Prince de Conty*, navire de la Compagnie des Indes Orientales, naufragé en 1746. Ainsi on peut y lire le paragraphe suivant : « *Des caisses, initalement de bois doublé de plomb, ne subsistent aujourd'hui que quelques feuilles de doublage en plomb ainsi qu'une masse végétale de déchêts brunâtres composée du thé prématurément infusé* »[230]. Il est possible, cette fois encore, que la raison de cette absence réside dans l'emploi du bois pour constituer la caisse extérieure et que cette dernière ayant disparu de nos jours, ne laisse visible qu'une feuille de plomb seule.

Pour l'ensemble de ces termes, aucune information supplémentaire n'a pu être découverte au sein des dictionnaires de marine consultés au cours de cette thèse.

2.4.7. Aménagements du navire

Dans ce paragraphe nous avons regroupé l'ensemble des éléments en plomb apparaissant dans les sources documentaires et ayant trait à l'aménagement du navire d'une manière générale. En effet, le plomb étant facile à modeler, il est possible de lui faire prendre des formes très variées. Il s'agit donc d'un métal particulièrement adapté pour recouvrir des pièces d'architecture du navire. De plus, le plomb se révèle imperméable à l'eau, ce qui est une qualité appréciable pour la construction et l'étanchéité d'un navire.

Il n'est donc pas surprenant de découvrir des tuyaux de plomb dans les listes des productions des plombiers. Nous ne reviendrons pas ici sur les modalités de production de ces éléments, qui ont déjà été présentées (cf 2.2.4) mais nous tenterons de présenter ici la terminologie employée historiquement pour les décrire.
Ces tuyaux de plomb sont parfois nommés d'une manière générique, en tant que simples « tuyaux » mais dans la plupart des cas, on retrouve le terme plus spécifique pour la marine de « dalot ».

La définition de cet élément la plus ancienne retrouvée à ce jour date du dictionnaire de Desroches, publié en 1687 : « *un dalot est un trou rond, fait dans la longueur d'un bout de bois, qui est placé au côté du vaisseau, pour écouler l'eau qui se trouve sur les pons. Les dalots que l'on fait sur les pons d'en haut sont quarrés pour l'ordinaire et sont faits de plusieurs pièces* »[231]. On apprend par cette définition que ce sont habituellement des trous ronds, mais qu'il existe une différenciation morphologique suivant leur position à bord. Ainsi, les dalots du pont supérieur sont carrés tandis que les autres sont de forme ronde.
Ici, il n'est toutefois pas précisé que le doublage interne de ce trou soit en réalité fait d'un tuyau de plomb, épousant la forme de cette ouverture. Cette information ne nous est fournie qu'indirectement, par la lecture de la définition du terme « doublage » qui évoque l'isolation de ces conduits par des feuilles de plomb, mais aussi grâce à certains manuels, comme le

[230] L'HOUR et RICHEZ 1989, p. 27-33.
[231] DESROCHES 1687, p. 167.

Manuel des Marins, rédigé par Bourde de Villehuet en 1773, dans lequel il est mentionné clairement que : « *on appelle dalot la boite de bois ou de plomb, que l'on place dans les ouvertures faites obliquement de haut en bas dans la fourrure de gouttière, ras le pont et les gouttières pour conduire l'eau dehors : ces boites ou dalots sont placés de dedans en dehors quarrément, plus évasés en dedans qu'en dehors, et bouchant le plus exactement possible les ouvertures dans lesquelles on les enchâsse, pour empêcher l'eau de tomber entre les membres, le vaigre et le franc-bord : les dalots que l'on place dans les entreponts des vaisseaux de guerre, sont garnis par dehors d'un clapet de cuir fort, cloué sur l'avant pour empêcher la mer d'entrer* »[232]. La description fournie ici est beaucoup plus détaillée que la précédente, permettant de visualiser l'insertion de ce dalot dans la coque du navire, mais aussi la forme que devait revêtir le conduit et par induction, le tuyau de plomb à l'intérieur.
Toutefois, malgré la précision de cette définition, les dimensions de cet aménagement n'y sont pas mentionnées. D'autres dictionnaires viennent combler cette lacune. Ainsi, dès la fin du XVIIe siècle, on apprend que ces ouvertures mesurent : « *deux à trois pouces de diamètre* »[233] puis au cours du XVIIIe siècle, des précisions viennent s'ajouter, concernant notamment des différenciations suivant la position à bord. Ainsi, le dictionnaire de marine d'Aubin, publié en 1702 stipule que : « *Ceux que l'on fait sur les ponts d'en haut, sont de plusieurs pièces et ordinairement on les fait carrés. Les dalots du pont d'en bas d'un vaisseau de 134 pieds doivent avoir six pouces de large et cinq pouces d'épaisseur, c'est-à-dire les pièces de bois ou sont les trous et les trous ont trois pouces de diamètre. Les dalots du pont d'en haut c'est-à-dire les bois ou sont percés les trous doivent avoir 4 pouces de large et 4 pouces d'épaisseur et les trous ont 2 pouces de diamètre* »[234]. Il parait donc tout à fait envisageable que les tuyaux de plomb insérés à l'intérieur de ces ouvertures prennent eux aussi les mêmes morphologies carrées ou circulaires et s'adaptent à leurs dimensions. L'ensemble des traités, manuels et dictionnaires ultérieurs fournissent les mêmes dimensions. Il sera important de vérifier si archéologiquement ces valeurs se vérifient.

La différenciation morphologique des dalots semble dépendre de leur positionnement sur le navire, ce qui pourrait représenter une aide précieuse pour l'analyse spatiale des sites archéologiques. Comme nous l'avons vu, leur morphologie et dimensions varient suivant le pont concerné, soit un axe vertical, mais au XIXe siècle, certains ouvrages évoquent également une variation horizontale, au sein du même pont. Ainsi, le *Dictionnaire de marine* de Willaumez précise que : « *Grand trou incliné vers la mer, que l'on perce dans la fourrure de gouttière (traversant la muraille) ras les gouttières d'un bâtiment, tribord et babord sur tous les ponts, au nombre de six de chaque bord, pour l'écoulement des eaux : ils sont garnis intérieurement en plomb : les quatre pratiqués par le travers des quatre pompes sont d'une forme à peu près carrée et plus grands que les autres, qui ont une forme ronde. Les dalots sont en général un peu évasés en dedans* »[235].

[232] BOURDE DE VILLEHUET 1773, tome 1er, p. 160.
[233] ACADEMIE FRANCOISE 1696, tome 3e, p. 179.
[234] AUBIN 1702, p.303.
[235] WILLAUMEZ 1831, 3e édition, p. 199.

La répartition spatiale des vestiges sera donc à prendre en compte pour analyser sans erreur la morphologie des dalots retrouvés.
Cette différence morphologique apparait également dans certains inventaires listant les productions des divers ateliers des ports. C'est notamment le cas dans l'archive de la direction des constructions du port de Brest, datant de 1788, puisqu'on peut y lire la mention de « dalots carrés en plomb »[236]. Toutefois, aucune précision quant à leurs dimensions ou à leur facture n'est fournie ici.

Il existe à bord une autre sorte de conduit nécessitant l'usage du plomb pour en étanchéifier l'intérieur. Il s'agit des ouvertures situées vers l'étrave du navire pour permettre le passage des câbles des ancres, on nomme ces aménagements des « écubiers ». Ce terme a été mis au jour dès 1643 dans le traité d'*Hydrographie* rédigé par Fournier et son usage a ensuite perduré sans aucune interruption jusqu'à nos jours. La définition du XVIIe siècle est particulièrement succincte : « *escubiers, sont de gros trous posez de part et d'autre sur l'avan du navire, par lesquels les cables passent et filent en mer ; à Marseille on les nomme Oeuils* »[237] tandis que celle de la fin du XXe siècle est beaucoup plus explicite : « « *conduit disposé à travers la coque (pont et bordé extérieur) pour le passage d'une chaîne d'ancre, d'un cablôt, d'une aussière. Les écubiers d'avant, les plus usuels, sont disposés, un sur tribord, un sur babord, de chaque côté de l'étrave ; ils comportent un manchon (tube) supporté par un coussin, et des lèvres ou collerettes se fermant par des tapes* »[238].
Ainsi, même si la description fournie évolue avec le temps, le rôle joué par cet aménagement reste parfaitement inchangé tout au long de la période étudiée ici. Il n'y aura donc qu'une seule appellation historique pour ces éléments d'architecture navale, et celle-ci sera, par extension, également employée pour décrire les tuyaux de plomb insérés à l'intérieur. En effet, même si la quasi-totalité des définitions fournies n'évoquent pas la présence de plomb à l'intérieur de ces conduits, deux exceptions en apportent une preuve indéniable. Il s'agit d'une part, de l'*Encyclopédie* de Diderot, publiée en 1777 qui stipule pour les écubiers qu' : « *on les double de plomb pour empêcher l'eau de couler entre les membres* »[239] et d'autre part, de l'*Encyclopédie méthodique* publiée par Panckouke en 1786, dans laquelle on peut lire que : « *dans tous les temps il faut que les écubiers soient garnis de plomb, d'un demi-pouce ou de trois quarts de pouce d'épaisseur & évasés en dehors, arrondis sur l'arrête* »[240]. Cette dernière phrase nous intéresse particulièrement car elle est donc l'unique description du type de plomb employé pour réaliser ces tuyaux de plomb.

Fort heureusement, d'autres informations peuvent être recueillies indirectement, via les définitions du terme « plomber ». En effet, celles-ci évoquent toutes l'emploi du plomb pour doubler l'intérieur des écubiers, comme pour les dalots, et d'ailleurs, certaines d'entre elles

[236] AN Mar D1-52, 1788, folios 26 v – 27 r.
[237] FOURNIER 1643, p. 6.
[238] MERRIEN 2001, p. 343.
[239] DIDEROT 1777, tome XI, p. 882.
[240] PANCKOUKE 1786, tome second, p. 142.

présentent même une entrée spécifique à l'action de « plomber les écubiers ». Le *Grand dictionnaire des Arts et des Sciences*, publié en 1696, mentionne l'usage de plomb en table cousu dans l'écubier et le *Dictionnaire de marine* d'Aubin, quasi contemporain, reprend la même définition tout en la précisant : « *C'est coudre ou clouer du plomb en table tout autour des écubiers, tant pour leur conservation que pour la conservation des cables qui y passent. En clouant ce plomb, il faut faire en sorte qu'il soit retourné l'un sur l'autre, et attaché avec de bons clous à tête large, ce qui empêche le plomb de se casser par le grand froid* »[241]. Au vue des descriptions recueillies ici, il ne semble pas que les écubiers aient possédé de réels tuyaux, préformés, en guise de doublage interne, mais plutôt des feuilles de plomb clouées les unes aux autres pour épouser la forme de ces ouvertures. Cette hypothèse d'interprétation historique sera à confronter avec la réalité archéologique.
Il faut préciser ici qu'à partir de la fin du XIXe siècle, certains écubiers apparaissent comme étant doublés de fer et non plus de plomb. Cette adaptation technique semble liée à l'usage, de plus en plus développé, de chaînes métalliques et non de cordages pour soutenir les ancres.

Ainsi, l'ensemble des données documentaires recueillies à ce jour, concernant le type de plomb employé sur les parois des écubiers, se résume à trois informations. Il s'agit de l'usage de plomb en table, d'une épaisseur variant d'un demi-pouce à trois quart de pouce (soit de 1,4 à 2 cm d'épaisseur), fractionné en plusieurs feuilles de plomb clouées les unes aux autres par des clous à plomb pour épouser la forme de l'écubier.
Mais certaines définitions, même si elles ne décrivent que l'élément architectural lui-même, permettent de recueillir un certain nombre d'informations pouvant être utiles à l'analyse archéologique du mobilier retrouvé. En effet, on apprend notamment sans surprise que les écubiers sont toujours situés à l'étrave du navire. Or, la présence de plomb au sein de ces éléments peut laisser espérer de les retrouver encore en place *in situ*, matérialisant ainsi l'avant de l'épave aux archéologues.

Des données numériques ont également été mises au jour à partir du XVIIIe siècle. Ainsi, le *Dictionnaire de marine* d'Aubin, 1702, précise que : « *Ordinairement il y a 2 écubiers, un de chaque coté de l'étrave et quelque fois il y en a 4, deux à chaque coté. Les écubiers d'un vaisseau de 134 pieds de long, doivent être proportionnés de cette manière. Le 1er doit avoir 12 pouces de diamètre, le second 10 pouces, et le 3^{e} 9 pouces : ou bien les plus grands doivent avoir un pied de diamètre et les autres 10 pouces* »[242]. Il est intéressant de constater que les dimensions de l'ouverture varient grandement suivant sa position à bord du navire, passant de 32,5 cm à seulement 24,4 cm de diamètre ; cette donnée pourra se révéler précieuse pour l'analyse spatiale des sites archéologiques. Ces mesures, comprises entre 9 et 12 pouces de diamètre sont ensuite reprises pour des vaisseaux importants, de 50 à 60 canons, durant tout le XVIIIe siècle. Aucune donnée numérique n'est ensuite fournie dans les sources documentaires des XIXe et XXe siècles retrouvées à ce jour. Il serait intéressant de pouvoir améliorer nos connaissances sur les dimensions des écubiers suivant le rang des navires afin

[241] AUBIN 1702, p. 712.
[242] Idem, p. 409.

d'apporter des indices supplémentaires d'identification de l'épave à l'archéologue en cas de découverte d'écubiers *in situ*.

Enfin, certaines définitions précisent la relation liant le diamètre de l'écubier à la circonférence du câble de l'ancre du navire. C'est notamment le cas de *l'Encyclopédie Méthodique* de Panckouke, 1786, qui précise que : « *Les écubiers ont toujours plus de diamètre d'ouverture que le plus gros cable du navire […] Ce diamètre doit être égal aux deux tiers de la circonférence du cable* »[243]. Cette donnée risque toutefois d'être utile aux archéologues pour restituer les dimensions des câbles des ancres, rarement conservés car les matières organiques du câble se dégradent très rapidement dans l'eau.

Pour conclure cette liste des équipements en plomb pouvant se trouver à bord de la marine en bois entre le XVIe et le XIXe siècle, nous ne pouvions pas faire abstraction d'une pièce cruciale au maintien de l'étanchéité du navire. Il s'agit d'un élément en plomb entrant dans la constitution de la pompe de cale du navire, nommé dans les sources documentaires « chaudron de pompe » ou « crépine ».

Le terme de chaudron de pompe apparait pour la première fois dans le *Dictionnaire des termes propres de marine* de Desroches, publié en 1687 : « *c'est une pièce de plomb, ou de cuivre, faite en façon d'un chauderon, qui est troüée en plusieurs endroits, et qui embrasse le bout d'enbas de la pompe pour empescher qu'aucune vilainie n'entre dans la pompe* »[244]. Nous comprenons donc immédiatement qu'il s'agit d'une pièce de plomb trouée, et mise en forme sur le bas de la pompe pour en épouser au plus près sa morphologie et ainsi filter les particules indésirables. Toutefois, aucune donnée numérique concernant les dimensions de cette pièce ne peut être extraite de cette description et sa morphologie générale ne peut être qu'extrapolée.

Les définitions ultérieures reprennent toutes les mêmes formulations, ne laissant transparaitre aucune donnée additionnelle, excepté l'ouvrage de Nicolas Aubin puisque celui-ci inclut une illustration de cet équipement (FIGURE 81)[245]. Cela sera d'ailleurs la seule représentation mise au jour lors de cette recherche.

[243] Idem, p. 142.
[244] DESROCHES 1687, p. 120.
[245] AUBIN 1702, p. 199.



Figure 81 : Chaudron de pompe dans le *Dictionnaire de Marine contenant les termes de la navigation et de l'architecture navale* rédigé par Nicolas Aubin en 1702 (Aubin 1702, p. 199)

Malgré l'aspect grossier des traits de ce dessin, il est tout de même possible de distinguer la présence de ces trous servant à filtrer l'eau entrant dans la pompe et de constater la forme parfaitement hémisphérique de cet objet.

En ce qui concerne la description écrite de cet artefact, il faut attendre le *Dictionnaire historique* d'Alexandre Savérien, datant de 1758 pour retrouver la mention de cette forme arrondie. En effet, le « chauderon » de pompe y est décrit par les termes suivants : « *pièce de plomb ou de cuivre, faite en manière de chaudron, c'est-à-dire d'hémisphère, percée de divers trous et qui embrasse l'extrémité inférieure de la pompe et empêche qu'il n'y entre des ordures* »[246]. Il apparait donc que cette appellation reflète une traduction orale de sa morphologie. Cette référence évolue ensuite légèrement puisque les définitions fournies à la toute fin du XVIIIe et au cours du XIXe siècle n'évoquent plus un chaudron mais plutôt une « calotte » pour décrire sa forme.

Il faut également attendre le début du XIXe siècle pour apprendre que cet artefact était en réalité cloué à la base de la pompe. Ainsi, le *Dictionnaire de marine* rédigé par Willaumez stipule que le chaudron est une : « *espèce de calotte en plomb percée de plusieurs trous qu'on cloue sous le pied d'une pompe pour empêcher les ordures de la cale de s'y introduire* »[247].

Par la suite, les définitions n'apporteront rien de plus et ce terme disparaitra d'ailleurs des dictionnaires de marine à la fin du XIXe siècle. En effet, à partir du début du XXe siècle c'est l'appellation « crépine » qui est reprise universellement. A titre d'exemple, voici la définition d'une crépine telle qu'elle est fournie par le *Dictionnaire de la marine à voile* de Bonnefoux, 1847 mais réédité en 1987 : « *espèce de calotte en plomb percée de plusieurs trous qu'on cloue sous le pied d'une pompe pour empêcher les ordures de la cale de s'y introduire* »[248]. Il est frappant de constater à quel point la tournure de phrase employée pour décrire cet

[246] SAVERIEN 1758, tome 1er, p. 243.
[247] WILLAUMEZ 1831, p. 147.
[248] BONNEFOUX 1987 (réédition 1847), p. 167.

artefact a persisté entre le XVIIe et le XXe siècle, et ce, malgré le changement de nomenclature de l'objet.
Comme ce sujet de recherche couvre la période du XVIe au XIXe siècle, seul le terme de chaudron de pompe sera employé pour décrire historiquement cet artefact. L'appellation crépine sera quant à elle réservée à la description actuelle de l'objet.

L'ensemble de ces trois équipements en plomb n'apparait pas dans les inventaires d'armement puisqu'ils sont intégrés, dès la construction à l'architecture même du navire. L'apport des découvertes archéologiques sera donc d'autant plus grand pour mettre en lumière la réalité de leur facture et de leur mise en place à bord.

— Partie 3 —

L’apport des données archéologiques

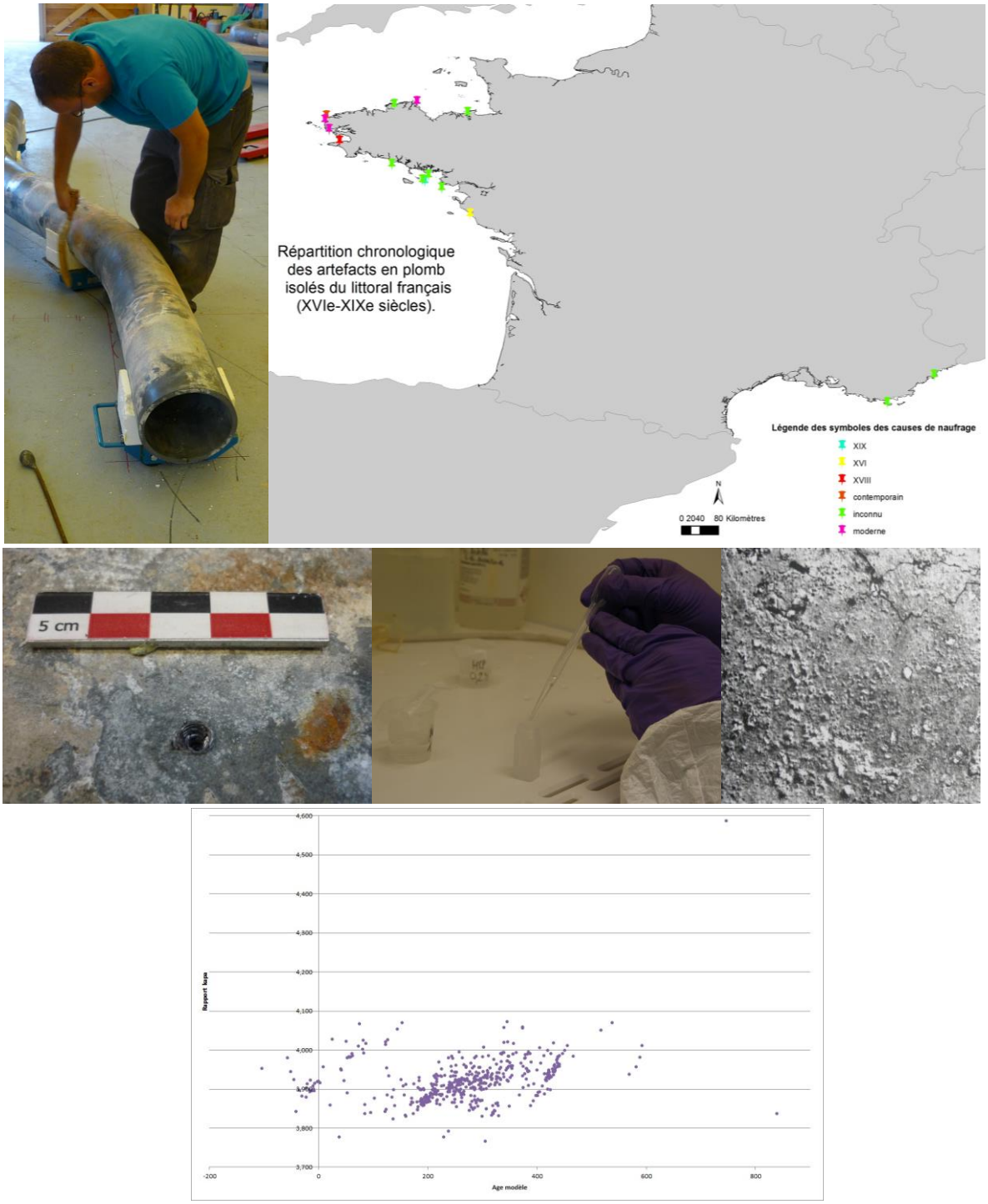


Figure 82 : Mosaique illustrants plusieurs axes de recherche mis en place pour l’étude du mobilier archéologique. De gauche à droite et de haut en bas : observation des gestes des Plombiers-Fontainiers de Versailles / Cartographie du mobilier / prélèvement d’échantillons, analyses chimiques et observations microscopiques de la structure cristalline / exploitation des données des analyses physico-chimiques (photos, carte et graphique personnels et Cochet, 2000, figure 2, p. 9)

3. Apports originaux de l'archéologie

Le chapitre précédent a synthétisé l'ensemble des données qu'il a été possible d'extraire des sources documentaires consultées au cours de cette thèse, portant à la fois sur le travail du plombier et sa place dans les ports, mais aussi sur le type d'artefacts en plomb embarqués sur les navires. Il nous a donc paru nécessaire d'évoquer maintenant son pendant, indissociable dans cette étude, à savoir l'apport de la démarche archéologique elle-même.

En effet, le mobilier archéologique renferme des informations de nature variée, pouvant être à la base de nombreuses réflexions, autre que la seule étude morphologique. Ainsi, nous présenterons successivement dans ce chapitre quatre axes de recherche menés parallèlement au cours de cette thèse. Il s'agira tout d'abord de nous pencher sur les données fournies par les sites archéologiques eux-mêmes, puis nous reviendrons sur les apports de l'archéologie expérimentale pour comprendre les techniques des plombiers avant d'expliciter successivement les méthodes et résultats des analyses menées en partenariat avec des géologues et des géographes sur ces données issues du mobilier inventorié[249].

3.1. Apports généraux de l'étude archéologique

Les données archéologiques sont donc renfermées à la fois dans le mobilier lui-même mais aussi dans le site l'ayant livré. Ainsi, l'étude des sites archéologiques nous permet d'améliorer notre compréhension des modes de commerce et de transport du plomb brut, tandis que les vestiges matériels témoignent des catégories d'équipement en plomb présents à bord. Celles-ci seront comparées aux données historiques précédemment présentées.

Nous ne reviendrons pas ici sur les modalités de la réalisation de cet inventaire puisqu'elles ont déjà été largement commentées dans la partie 1 de ce texte (cf 1.1.1).

3.1.1. Modes de chargement des lingots

L'étude des contextes de découverte des lingots de plomb nous permet d'améliorer notre compréhension du mode de transport de ce plomb brut. Nous reviendrons plus tard sur l'analyse de leurs caractéristiques intrinsèques, comme leurs morphologies ou marquages par exemple, au sein d'un paragraphe qui leur sera consacré dans la partie 4 de ce volume (cf 4.1.1).

[249] Les axes d'étude ont été les suivants : ethnographie et archéologie des techniques du travail du plomb / analyses physico-chimiques, géologie et origine du plomb / SIG climatologie et routes maritimes.

Dans ce chapitre nous nous intéresserons uniquement à leur mode de transport à bord des navires. En effet, comme nous l'avons vu, les sources écrites n'évoquent que très brièvement les modalités de leur chargement à bord (cf 2.3.2). L'apport de l'archéologie sur cette question est donc primordial. Ainsi, malgré les nombreuses récupérations de métal qui ont pu avoir lieu au fil des siècles, on retrouve de nos jours encore quelques chargements plus ou moins en place *in situ*. Les sites à partir desquels nous avons pu travailler sont au nombre de six pour le littoral français et huit découverts à l'étranger. Toutefois, sur cet ensemble de sites, seuls huit d'entre eux peuvent réellement nous apporter les informations recherchées. En effet, dans la plupart des cas, les publications ne mentionnent pas le nombre exact de lingots restants, ni ne décrivent leur positionnement *in situ*, occultant ainsi notre vision de leur mode de chargement potentiel.

Pour plus de clarté, nous avons choisi de dresser un tableau synthétique de l'ensemble de ces données (TABLEAU 6), toutefois l'ensemble des informations sur ces sites peut être consulté sur les fiches inventaires mobilier fournies dans le volume II de ce travail.

Site et datation	**Nombre de lingots *in situ***	**Forme**	**Positionnement des lingots *in situ***	**Estimation cargaison initiale**
***Gran Grifon*, Ecosse, 1588**	6 lingots remontés, autres sur le fond	Demi-coque à section triangulaire et parallélépipédique à section rectangulaire	Aucun détail	Aucune donnée
Pornichet 1, Pornichet, 1656 supposé	2 lingots remontés, plusieurs *in situ* mais non évalués	Demi-coque, section triangulaire	Aucun détail	Aucune donnée
Blind Harbour Wreck, Irlande, XVIIe ?	6 remontés et 2 encore au fond	Ovale à section trapézoïdale	Dispersés en 4 groupes de 2 sur le site : chargés par paires ?	Aucune donnée
***Poompuha*r, Inde, XVIIIe**	18 remontés, environ 50 visibles au fond	Parallélépipédique à section demi-circulaire et à section trapézoïdale	Regroupés zone arrière	Aucune donnée
***Zuiddorp*, Australie, 1712**	21 lingots mais seulement ¼ de la cargaison encore au fond	Ovale à section trapézoïdale et parallélépipédique à section demi-circulaire	Dispersés zone arrière	Aucune donnée

Arles 1 ou *Galère de Livourne*, Arles 1714	10 lingots estimés sur le site	Parallélépipédique à section trapézoïdale	Zone arrière	Aucune donnée
***Adelaar*, Ecosse, 1728**	42 visibles mais d'autres repérés au détecteur à métaux	Parallélépipédique à section trapézoïdale, avec ou sans plat-bord	Partie basse du navire, le long de la quille	Aucune donnée
***Hollandia*, îles Scilly, Angleterre, 1743**	400 lingots dont 238 remontés et étudiés	Parallélépipédique à section trapézoïdale avec ou sans plat-bord et à section demi-circulaire avec ou sans plat-bord	Aucun détail	Aucune donnée
***Albion*, estuaire du Thames, Angleterre, 1765**	71 lingots au fond	Parallélépipédique à section demi-circulaire	Regroupés zone arrière	Liste d'armement : 500 embarqués
Penhors, baie d'Audierne, XVIIIe (datation marques lingots 1767-1768)	36 lingots vus	Parallélépipédique à section demi-circulaire sans plat-bord	Empilement de 6 rangées de 6 lingots, croisées : 10,3 x 10,6 x 1m. Posé sur galets, puis sur bois épave	Aucune donnée
***Boussole*, Vanikoro, 1788**	16 lingots remontés et d'autres sur site ?	Parallélépipédique à section demi-circulaire avec ou sans plat-bord	Aucun détail	Aucune donnée
Coq de l'Iroise, Brest, 1788 supposé (datation par ressemblance lingots *Boussole*)	414 lingots soit 29 tonnes	Parallélépipédique à section demi-circulaire	Empilement : 11 x 6 x 0,70 m, posé sur restes épave en bois	Aucune donnée
Hoedic, 1810-1848 (datation atelier Bagillt, marque)	20 remontés et 40 environ sur site	Parallélépipédique à section demi-circulaire avec plat-bord	Aucun détail	Aucune donnée

Grands Cardinaux, Croisic, 1810-1848 (datation marque ateliers Bagillt)	3 remontés, 6 tonnes estimées au fond	Parallélépipédique à section demi-circulaire avec plat-bord	Empilement : 4 x 3 m	Aucune donnée
***Loch Ard*, Australie, 1878**	872 remontés	Parallélépipédique à section demi-circulaire avec plat-bord	Aucun détail, reconstitution chargement par le musée : empilement croisé ou non	Aucune donnée

Tableau 6 : Tableau recensant synthétiquement les sites présentant des lots de lingots de plomb (réalisation personnelle)

Par le biais de ce tableau, il est aisé de constater à quel point, de nos jours, nous sommes encore confrontés à d'importantes lacunes dans les données scientifiques publiées, notamment sur ce sujet particulier.

Toutefois, ce recensement met en évidence que les seuls chargements encore en place ne sont constitués que par des lingots d'une certaine morphologie, c'est-à-dire ceux de forme allongée, ou parallélépipédiques, et de section demi-circulaire. Ce mode de chargement, retrouvé sur le site de Penhors, des Grands Cardinaux ou du Coq de l'Iroise par exemple, semble être particulièrement stable dans le temps. Les autres morphologies de lingots, à savoir les demi-coques triangulaires, ovales ou encore ceux plus ou moins rectangulaires, apparaissent fréquemment retrouvés dispersés sur les sites archéologiques, témoignant potentiellement de morphologies moins adaptées à un empilement stable.

A ce jour, l'étude la plus avancée sur un chargement de lingots du littoral français a été menée sur le site de l'épave de Penhors, située dans le Finistère. Ce site archéologique découvert en Novembre 1992 par Gérard Lasserre du Rozel, a été expertisé par le DRASSM en 1994 et 1996 et l'ensemble des informations dont nous disposons aujourd'hui date de cette époque. En effet, un projet d'étude *in situ* de ce site archéologique a été envisagé dans le cadre de cette thèse mais n'a malheureusement pas pu aboutir faute d'être en mesure de relocaliser le site dans les temps impartis. Des plongées de recherche ont été effectuées sur le point GPS enregistré en 1992 mais le site n'a pu être retrouvé[250]. Les coordonnées GPS anciennes nécessitant souvent un recalibrage pour être exploitées de nos jours, et la côte de Penhors se caractérisant par des déplacements massifs de sable lors des tempêtes, il nous a été impossible de mettre en place une nouvelle campagne de prospection systématique de la zone pour remédier à ces contraintes. Le site pourrait être actuellement enfoui sous plusieurs dizaines de centimètres de sable et nécessiterait probablement une prospection visuelle et géo-

[250] Ces plongées de recherche ont été réalisées bénévolement par notre collègue Hugues Priol.

physique pour être retrouvé. Les informations dont nous disposons aujourd'hui sont donc encore lacunaires mais particulièrement précieuses quand on les compare au peu de données connues à ce jour sur ce sujet sur le littoral français.

A la lecture des rapports d'expertise réalisés par le DRASSM, on apprend qu'un empilement de six rangées de six lingots, croisées les unes sur les autres, a été vu *in situ* et en partie mesuré et dessiné (FIGURE 83).

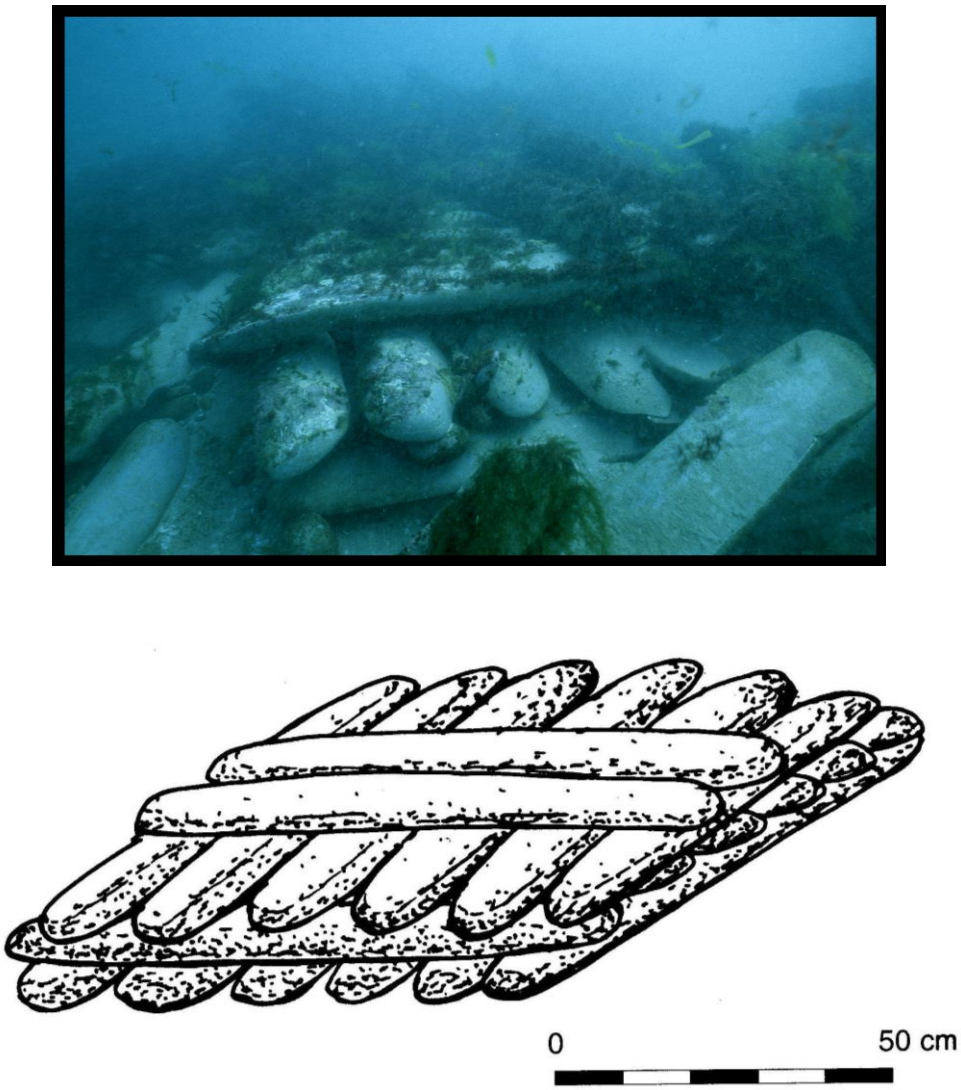


Figure 83 : Lingots *in situ* encore en position de chargement, site de Penhors, XVIIIe, Bretagne (photo D. Metzger, DRASSM et dessin E. Veyrat dans Bilan Scientifique du DRASSM, 1996, fig. 20, p. 62)

Le chargement recouvre une superficie presque quadrangulaire de 10,30 m x 10,60 m sur près d'un mètre de haut. Une rapide exploration du sable à la base de la pile révèle des lingots encore enfouis sur 20 cm supplémentaires, mais aussi un lit de galets et de pierres sous lequel apparait à certains endroits des restes de bois. On pourrait donc être en présence d'une cargaison de lingots isolés de la coque par cette épaisseur de pierre de façon à ne pas l'abimer par les frottements potentiels. Cette assise de roche pourrait également aider à la stabilisation du chargement en comblant les reliefs du fond de cale. Malheureusement, comme évoqué

préalablement, il n'a pas été possible de retourner observer avec précision la constitution de ce socle en pierre et galet, ni de vérifier si le bois présent en dessous correspondait bien à la coque du navire. Le mode d'empilement ici représenté, en quinconce, semble être le plus stable et le plus facile à réaliser pour caler les lingots au fond de la cale durant la navigation. La documentation historique précise qu'ils devaient être arrimés, mais il faut évidemment s'attendre à ce que les cordages de retenue, n'aient pas résisté à leur séjour marin. D'ailleurs, aucun vestige de ce type n'a été mentionné dans le rapport d'expertise de Penhors, mais un retour sur le terrain, combiné avec une étude plus approfondie d'une zone présélectionnée pourrait permettre de le vérifier.

Ainsi, malgré les zones d'ombre persistant encore, comme la présence ou non d'un socle systématique de pierres et galets ou encore d'un amarrage des lingots, cette étude nous permet à ce jour d'établir que les lingots parallélépipédiques, de section demi-circulaire, lorsqu'ils étaient embarqués en grand nombre, devaient être chargés en fond de cale sous la forme de rangées empilées en quiconce les unes sur les autres. Rappelons ici qu'il s'agit d'ailleurs du même mode d'empilement que celui choisi par les conservateurs du musée maritime de Flagstaff pour présenter une reconstitution du chargement de lingots de l'épave du *Loch Ard*, 1878 (cf FIGURE 64 dans 2.3.2).
Pour ces deux chargements, on remarque que la partie plane du lingot constitue son assise. Ainsi tous les lingots sont empilés avec leur face plane tournée vers le sol et leur partie bombée vers le haut du chargement. Ce sens d'empilement semble logique avec la recherche de stabilité qui devait être au cœur de la préoccupation des marins puisqu'il permet de positionner la face plane, la plus large du lingot, directement en contact avec le sol ou les lingots inférieurs. Il serait impossible de faire tenir les lingots les uns sur les autres s'ils étaient mis en contact par leur face bombée.

Cependant, comme le tableau précédemment étudié le dessinait, ce mode de chargement n'a pu être retrouvé pour les autres morphologies de lingots de plomb, ce qui pour autant n'implique pas forcément son absence et l'usage d'un autre mode d'empilement. Ainsi, nous serions tentés d'imaginer que l'ensemble des lingots possédant une face plane et large aient été empilés en quinconce, tandis que les autres morphologies devaient faire l'objet de chargements adaptés. Une recherche future de sites supplémentaires sera précieuse pour pouvoir confirmer ou non cette hypothèse.

La découverte d'un certain nombre de photographies de chargements de lingots commercialisés actuellement confirmerait cette hypothèse tout en lui apportant plusieurs nuances. En effet, on remarque sur les deux chargements présentés ci-dessous que les lingots sont bien disposés en quinconce mais que leur orientation est différente de celle repérée sur le site de Penhors (FIGURE 84). Ces ligots possèdent une forme parallélépipédique et une section trapézoïdale ce qui leur assure deux faces planes ; leur sens d'empilement peut donc être totalement inversé ou alterné sans que cela nuise à la stabilité de la pile.



Figure 84 : Empilements de lingots de plomb commercialisés actuellement, de gauche à droite : vprc.fr et solostocks.fr

On remarque également que la présence d'angles aigus permet d'alterner le sens des lingots sur une même rangée afin de maximiser l'espace de stockage. Ces deux morphologies ayant été retrouvées archéologiquement, il semblerait logique de penser qu'elles aient aussi pu être chargées de la sorte dans les cales des navires de la période moderne.

En ce qui concerne les morphologies ne présentant pas de face plane large, nous ne pouvons imaginer des chargements aussi bien agencés. Ainsi, nous présentons ici une photo sous-marine du site de Punta Restelos, 1596, situé sur les côtes portugaises et sur lequel ont été retrouvés un très grand nombre de saumons en forme de « demi-coque ». Comme on le constate immédiatement, aucun empilement organisé n'a pu ici être mis au jour car il s'agit plutôt d'un « éclatement » complet du mobilier sur le sol marin (FIGURE 85).



Figure 85 : Lingots *in situ* sur le site de Punta Restelos au Portugal, 1596 (photo Miguel San Claudio)

Ainsi, même s'il est envisageable que certains empilements aient pu se défaire sous l'effet du naufrage, des tempêtes ou des courants marins, dans le cas de ce site particulier, et au vu de l'importante quantité de saumons retrouvés éparpillés, notre interprétation pencherait plutôt pour une dispersion entrainée par le mode de chargement initial de la cargaison. Cela d'autant plus que la lourdeur de ces lingots les rend insensibles aux phénomènes marins courants.

Une photographie d'un chargement actuel de lingots circulaires confirmerait cette absence de piles bien ordonnées (FIGURE 86).



Figure 86 : Chargement de lingots de plomb recyclés commercialisés actuellement : sfmetaltrading.com

On note tout de même, sur ce site, comme sur ceux de l'*Albion* (1765), de *Poompuhar* (XVIIIe) et du *Zuiddorp* (1712), que ces lingots, bien que non empilés, ont été retrouvés concentrés en une zone unique, généralement en zone arrière de l'épave. Cela parait assez étonnant si l'on considère la masse que devaient représenter de tels chargements, entrainant ainsi le déséquilibre du navire si celle-ci était concentrée sur son arrière. Nous privilégerons donc plutôt l'hypothèse d'un chargement initial vers le centre du navire, mais ayant glissé vers l'arrière lors du naufrage par exemple.

Enfin, d'après les informations fournies par le site de Blind Harbour Wreck (XVIIe), en Irlande, il semblerait que certaines formes de lingots comme ceux ovales, aient pu être chargés deux par deux, et repartis en différents endroits du navire, toujours dans un but d'amélioration de la stabilité du navire.

On constate donc que la forme la plus simple à manipuler et à empiler d'une manière stable à bord serait celle allongée, ou parallélépipédique, possédant au moins une face plane et large. Il semble donc envisageable qu'une évolution des morphologies des lingots ait pu avoir lieu, pour parvenir à ces formes, plus maniables et qui permettent un gain de temps et d'espace non négligeable pour les marins de l'époque. Ces questions d'évolutions morphologiques seront traitées dans la partie 4 de ce volume (cf 4.1.1).

Nous ne pouvons aller plus loin dans cette analyse tant les lacunes archéologiques sont encore grandes sur ce sujet. Des études ciblées de chargements de lingots seront à mener dans les années à venir pour compléter ces informations. De même, des reproductions des chargements à l'échelle 1 pourraient être pertinentes pour nous permettre de mieux comprendre les contraintes engendrées par chaque modèle (temps de chargement, stabilité des

piles, maintien dans le roulis…), mais aussi estimer si des arrimages étaient nécessaires et enfin mettre en lumière l'impact du positionnement de ces chargements sur la stabilité du navire.

3.1.2. Etude macroscopique et microscopique

La constitution de ce corpus mobilier d'étude nous a donc permis d'envisager les modalités du transport du plomb brut mais son apport ne s'arrête pas là. Ainsi, en dehors de l'analyse fonctionnelle et typologique des artefacts que nous mènerons plus loin (cf partie 4), il a également été possible d'exploiter leurs données morphologiques pour tenter de restituer les gestes techniques des plombiers les ayant produits. Comme nous l'avons déjà évoqué brièvement, une observation minutieuse des artefacts permet d'isoler des stigmates pouvant être liées aux outils employés par les plombiers de l'époque. Cette observation peut être « macroscopique », c'est-à-dire faite directement à l'œil nu, ou être réalisée à une échelle « microscopique » grâce à l'emploi de microscopes de divers grossissements. Ces deux types d'observations ne sont pas antinomiques bien au contraire puisqu'elles doivent généralement être réalisées l'une après l'autre, de l'échelle la plus large à la plus fine.

Pour être en mesure de relier le bon geste et/ou l'outil, au stigmate correspondant sur l'artefact, il faut généralement que l'archéologue réalise des expérimentations. Celles-ci n'ont pas été mises en œuvre lors de cette recherche puisqu'il nous a été possible de suivre sur une journée des plombiers travaillant encore avec des techniques et outils du XVIIIe siècle[251]. Toutefois, l'une des limites de cette démarche a été l'impossibilité d'observer des tables ou des lingots de plomb coulés par ces plombiers puisque de nos jours, ces éléments sont directement achetés prêts à l'emploi. Nous ne pouvons donc à ce jour qu'estimer les traces qu'auraient pu laisser des moules en sable ou en toile pour les tables de plomb, et celles de moules en sable, terre, métal ou pierre sur les lingots. Il serait donc intéressant à l'avenir, de mettre en œuvre ces productions spécifiques d'après les procédés techniques d'une période donnée, en exploitant successivement les divers types de moules afin d'étudier les variations des stigmates post-production.

Ainsi, la démarche scientifique parait simple : mettre en lien une trace avec l'outil et/ou le geste qui l'ont provoqué. Cependant, la réalité est plus complexe que cela.
Tout d'abord, une large majorité du mobilier retrouvé est plus ou moins recouvert d'organismes marins fixés à sa surface, ou d'une couche d'oxydation de couleur blanche, rendant la lecture de ses traces bien souvent impossible. Certains pourraient penser qu'un nettoyage suivi d'une restauration de l'objet permettraient de résoudre ce problème de lecture visuelle. Cependant, si l'objet est soumis à ces processus physico-chimiques parfois assez intrusifs, l'interprétation des traces lues à sa surface devra être extrêmement prudente. En

[251] Pour cette étude, se reporter au chapitre 3.2. de ce volume ou à l'annexe 7 présentée dans le volume II.

effet, le plomb étant un métal particulièrement souple et malléable, elles pourront avoir été laissées lors de la restauration de l'objet et non par le plombier.

De plus, de nombreux stigmates peuvent également provenir du processus de naufrage lui-même, des pratiques de fouilles ou encore du mode de prélèvement de l'objet. Ainsi, leur présence à la surface de l'objet ne peut être reliée avec certitude au travail de plomberie initial sauf dans quelques cas bien particuliers. Pour toutes ces raisons, la lecture macroscopique des stigmates portés par le mobilier en plomb est particulièrement délicate et malaisée.

Afin d'illustrer notre propos, nous allons maintenant présenter des traces d'impression de tissu, mises au jour sur des feuilles de plomb issues de deux épaves distinctes et pour lesquelles plusieurs interprétations peuvent être proposées. Ainsi, sur l'épave espagnole la *Santa Margarita* coulée en 1622 sur les côtes de Floride, un doublage en plomb de la coque a été découvert par l'équipe de Malcom Corey [252] et lors de son étude, des traces d'impression de tissu ont été repérées sur la surface de certaines de ces feuilles de plomb (FIGURE 87).



Figure 87 : Impression d'un tissu sur l'une des faces d'une feuille de plomb découverte sur l'épave *Santa Margarita*, 1622 (photo Dylan Kibler/MFMHS dans Malcom 2001, p. 2)

L'auteur de l'étude, Malcom Corey, envisage l'hypothèse que ces traces puissent refléter l'usage d'étoupe ou de tissu, coincés entre la coque et les feuilles de plomb, pour le doublage du navire. De plus, ces marques sont également visibles sur six feuilles de plomb retrouvées sur une autre épave du convoi accompagnant la *Santa Margarita*, à savoir la *Nuestra Senora de Atocha*, coulée elle aussi en 1622 au même endroit. Ces feuilles mesurent toutes 44 x 46 cm et pèsent 1,26 kg. Elles ont été retrouvées empilées les unes sur les autres ce qui laissent supposer qu'il s'agissait d'une réserve non utilisée, mais tenue prête à l'emploi. Comme nous l'avons déjà évoqué, le calfat possédait en effet un certain nombre de feuilles de plomb préparées à l'avance, c'est-à-dire découpées suivant une taille standard et recouvertes

[252] COREY 2001

d'étoupe[253], pour lui servir en cas de voies d'eau à bord. Ces impressions de tissu semblent donc résulter des vestiges de l'étoupe ou du tissu appliqués sur entre le plomb et le bois afin d'améliorer l'étanchéité du revêtement. Cependant, nous savons également que les plombiers pouvaient faire usage d'un moule en toile pour couler ces feuilles de plomb, ce qui pourrait tout à fait provoquer ces mêmes impressions. Il parait donc délicat aujourd'hui d'identifier avec certitude ce type de traces de tissus.

Ainsi, les impressions ou déformations d'un objet en plomb peuvent être sujettes à de nombreuses hésitations quant à leurs origines, mais les traces de découpe quant à elles ne laissent subsister aucun doute. En effet, la réalisation d'une découpe nette est nécessairement le résultat d'un acte volontaire du plombier et elle se distinguera aisément d'une simple déchirure du plomb par exemple.
Sur la feuille de plomb présentée ci-dessous, les lanières de plomb restantes, ainsi que l'encoche bien visible témoignent directement d'un processus de découpe, soit en vue de son adaptation sur une forme bien particulière du bord, soit pour récupérer des bandelettes de plomb dont certaines sont encore rattachées à la feuille (FIGURE 88). L'identification fonctionnelle exacte de cette feuille de plomb n'a pu, à ce jour, être établie.



Figure 88 : Zone découpée sur une feuille de plomb (Num 270) trouvée sur *L'Aimable Grenot*, 1749 (Réserves du musée de Saint-Malo, photo M. Veyrat)

De même, comme nous l'avions évoqué, la réalisation de soudures est bien souvent identifiable sur le mobilier archéologique tant la différence de coloration entre l'objet en plomb et l'alliage employé pour la soudure est grande (FIGURE 89), peu importe son emplacement sur l'objet.

[253] Pour rappel, l'étoupe est une matière organique faite de cordages épais ou de chanvre aggloméré.



Figure 89 : Zones de soudure sur du mobilier en plomb. De gauche à droite, le chiffre VII de tirant d'eau découvert sur le site du Plateau du Four (Num 214) et un dalot de la *Dauphine*, 1704 (Num 345) (photos M. Veyrat)

On constate également que la présence d'une oxydation blanche, à la surface du dalot présenté ci-dessus par exemple, n'empêche pas de distinguer la coloration plus foncée de la soudure. En effet, celle-ci étant constituée d'un alliage étain-plomb, elle n'aura pas la même réaction à l'eau de mer que le reste de l'objet en plomb.

Enfin, le martelage de certaines pièces en plomb, comme les tuyaux, peut également être observé à l'œil nu mais avec de grandes difficultés. En effet, son repérage se fait par la présence d'un arrondi imparfaitement circulaire et via des traces d'impacts sur certaines faces de l'objet. Toutefois, ces stigmates tout comme la déformation de l'objet peuvent tout aussi bien résulter du naufrage du navire et non de son mode de fabrication. C'est pourquoi la compréhension du contexte de perte de l'objet est particulièrement importante pour analyser à bon escient les traces macroscopiques visibles sur le mobilier en plomb.



Figure 90 : Dalot de plomb découvert sur le site de Kerbozec, épave supposée de *L'Hercule*, 1774 (photo M. Veyrat, dépôt DRASSM SRA Nantes)

Sur ce dalot par exemple on remarque des facettes plus ou moins planes, formant d'une manière grossière la circularité du conduit (FIGURE 90). Ce mode de fabrication peut laisser supposer une pratique de martelage. On remarque également sur la gauche de l'objet, vers la collerette de fixation, une zone plus foncée, cerclée de rouge, correspondant à la soudure de la feuille formant le tuyau. Ainsi, le martelage peut être accompagné d'une soudure pour finaliser la fixation du tuyau en forme cylindrique si le besoin s'en fait sentir.
Il faut cependant rappeler que le travail des plombiers pouvait être si minutieux et précis, que l'arrondissement des tuyaux par martelage aboutissait à une circularité presque parfaite, dont les défauts se révèlent imperceptibles à l'œil nu.

Ainsi, pour aller plus loin dans l'analyse des traces portées par le mobilier en plomb, il serait nécessaire de procéder à des études métallographiques, soit une observation au microscope de la structure interne du plomb constitutif d'un objet. Cette observation est possible grâce à la réalisation de coupes métallographiques. Il s'agit de prélèvements de plomb, en couches très fines, qui sont ensuite préparés pour être positionnés sur une plaque de verre, laissant passer la lumière du microscope. Les résultats pouvant être escomptés par cette technique ont déjà été présentés, illustrés par la comparaison d'une surface de sarcophage antique en plomb, sechée à l'air libre, avec une surface ayant été en contact avec un moule (cf 1.3.3).

L'observation par cette méthode de plombs en table ou de différentes feuilles de plomb issus d'une même épave, pourrait probablement, mettre en lumière des variations de structure moléculaire du métal, créées par les différentes techniques de production existantes. Ainsi, il sera possible, si les feuilles n'ont pas été retravaillées ensuite, de repérer si elles ont été coulées ou laminées, puisque dans un cas la structure du plomb n'aura pas été modifiée après sa solidification tandis que dans l'autre, elle aura été écrasée d'une manière uniforme. De même, il serait de cette manière envisageable de distinguer par cette démarche du plomb martelé ou coulé. En effet, cette fois, l'écrasement des feuilles martelées par des coups

successifs provoquerait des épaisseurs variables sur l'artefact, mais également des tailles de grains de plomb plus ou moins grandes suivant s'ils ont été impactés ou non. Ces différences visuelles apporteraient un éclairage intéressant sur les modes de production du matériel à destination de la marine d'une manière générale, mais permettraient aussi d'établir si des spécificités existaient suivant l'usage des artefacts à bord. Il serait également intéressant de comparer ces données entre l'équipement des navires privés et royaux sur une même période.

Nous tenions ici à présenter une étude de ce type déjà mise en œuvre afin d'expliciter les techniques employées et les résultats escomptés pour que ces données puissent servir de guide pour de futures analyses. Il s'agit de l'étude menée par deux chercheurs israéliens, Yaacov Kahanov et Dana Ashkenazi, qui ont travaillé à l'analyse métallographique des feuilles de plomb antiques, servant de doublage en Méditerranée[254]. Sur l'ensemble des échantillons qu'ils ont pu obtenir, ils ont réalisé à la fois une mesure de la dureté et de l'épaisseur des feuilles en divers endroits, mais ils ont aussi observé au microscope électronique à balayage (nommé SEM en anglais) ces diverses coupes afin de caractériser leur structure métallographique. Le plomb est un métal à la structure cubique, en gros grain, lorsqu'il peut se solidifier à température ambiante. Ainsi, tout changement dans cette structure peut être révélatrice d'un processus chimique ou mécanique ayant eu lieu au cours de la réalisation de la feuille de plomb, lors de son usage à bord ou encore une fois dans son contexte d'enfouissement. Dans leur article, l'échantillon numéro 3 est le plus intéressant car il présente, sur une seule zone, différentes morphologies cristallines, illustrant ainsi divers processus (FIGURE 91).

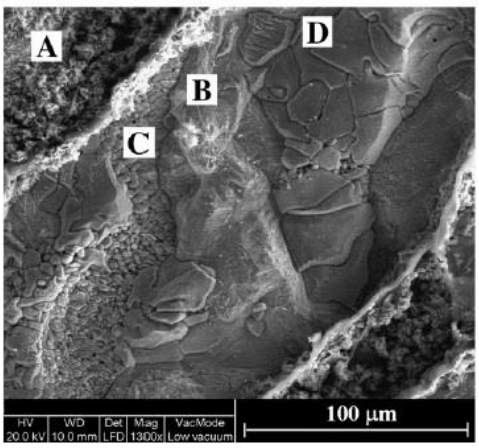


Fig. 3 – SEM examination of Sample 3 reveals an open crack at the lead oxide cleavage fracture surface surrounded by corrosion. Area A shows the corrosion layer, Area B shows the cleavage fracture marks, Area C shows small grain of lead near the fracture surface, and Area D shows a large grain of lead near the fracture surface.

[254] KAHANOV et ASHKENAZI 2011, p. 768-774.

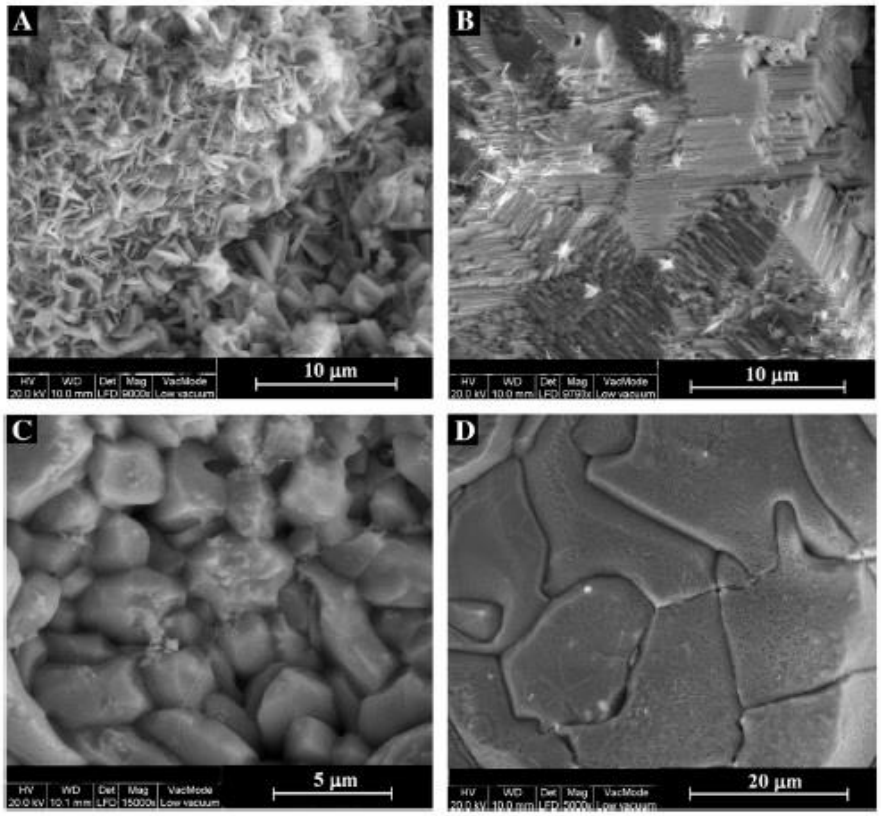


Fig. 4 – SEM examination of the fracture surface of Sample 3 (Fig. 3) reveals: A. the microstructure of the PbO crystals at the corrosion layer (Area A), B. cleavage fracture marks (Area B), C. small lead grains near the fracture surface, and D. large lead grains near the fracture surface.

Figure 91 : Coupe métallographique de l'échantillon 3 présentant quatre aspects différents sur une seule zone, fig. 3 : aspect général, et fig. 4 : détails des quatre aspects cristallins (Kahanov et Ashkenazi, 2011, fig. 3 et 4, p. 771 et 772)

On constate ici, au centre du premier cliché (Fig. 3) une zone de fracture dans la couche externe (A) permettant d'apercevoir les bords de la fracturation (B), mais aussi deux types de grains de plomb (C et D). La cristallisation naturelle du plomb métallique, à température ambiante se fait sous la forme de larges grains plats, comme nous ceux qui sont visibles en zone D. Les grains présents dans la zone C, beaucoup plus petits ont dû être fractionnés par l'action d'un martelage. Enfin, la couche externe A correspond en réalité à la couche d'oxydation, créée lors du contact avec l'eau salée. L'analyse complémentaire de sa composition chimique permet aux auteurs de confirmer cette hypothèse par la présence d'oxygène et de chlorure associés au plomb. La différence visuelle entre des grains solidifiés à température ambiante et ceux éclatés par martellement est donc aisément identifiable.

Cette démarche scientifique, si prometteuse, n'a pu être mise en œuvre lors de cette thèse, faute de temps, de moyens financiers et pour cause de destruction du mobilier archéologique par de larges prélèvements à réaliser.

3.1.3. Catégories de mobilier en plomb découvert

L'apport des données archéologiques issues du mobilier en plomb concernant le mode de transport des lingots, et les processus de production ayant été exposé, il nous a ensuite paru nécessaire de revenir sur les caractéristiques générales du mobilier inventorié au cours de cette recherche[255]. Toutefois, les données intrinsèques et les réflexions chrono-typologiques portant sur chaque type d'artefacts ne seront exposées que dans la partie 4 de ce texte.

Il était en effet intéressant d'analyser la diversité typologique du mobilier inventorié afin d'estimer si elle était en accord avec la liste théorique, précédemment établie (cf 2.4.) à partir des sources écrites et iconographiques, de l'équipement d'un navire en plomb. La réalité archéologique se doit d'être confrontée à la vision historique afin d'apprécier d'éventuelles adaptations propres aux marins eux-mêmes.

Ainsi, le site archéologique est le seul élément révélant à la fois le mobilier du bord et les aménagements structurels en plomb du navire. Or, certaines pratiques ou besoins du bord peuvent entrainer la production d'artefacts non répertoriés dans les documents officiels de la marine. De même, les éléments en plomb entrant dans la construction du navire ne sont mentionnés dans aucune liste d'armement et n'apparaissent qu'exceptionnellement dans certains traités de construction. C'est pourquoi, malgré les lacunes intrinsèques des sites archéologiques[256], le recensement des quantités de plomb découvertes par épaves s'avère pertinent puisqu'il s'agit du témoignage direct, figé à un instant t, de la diversité et des volumes que ce métal peut représenter à bord.

Afin d'illustrer l'importance de ces quantités de plomb embarquées, certaines épaves ont été sélectionnées pour être présentées ici de manière détaillée. Ce choix a été guidé par la systématisation avec laquelle elles avaient été fouillées. Ainsi, on peut estimer que les vestiges qui y ont été retrouvés sont une représentation assez fidèle de l'équipement en plomb présent à bord au moment du naufrage.
Tout d'abord, voici la répartition fonctionnelle des 219,9 kg de plomb retrouvés sur la frégate la *Dauphine*, naufragée en 1704 lors de son retour d'une campagne de course de plusieurs mois[257], sur les roches de la Natière à l'entrée de Saint-Malo :

- 1,26 kg de balles de plomb (x83)[258]
- 29,6 kg de couvre-lumière (x9)
- 48,1 kg de feuilles de plomb de module carré (x15)
- 10,9 kg de bandes et fragments de plomb de calfatage (x24)
- 0,448 kg pour un encrier (x1)

[255] Une partie des caractéristiques du corpus a déjà été présentée au chapitre 1.1.1 de ce volume.
[256] Lacunes sur lesquelles nous ne reviendrons pas ici puisqu'elles ont déjà été exposées : perte en navigation, lors du naufrage, récupérations ultérieures, conditions de conservation, choix de fouille et d'enregistrement du mobilier…
[257] La course correspond à de la piraterie faite par des navires mandatés officiellement par le roi de France, qu'on nomme corsaires.
[258] Les nombres apparaissant entre parenthèses correspondent aux quantités de chaque type de mobilier.

- 13,4 kg pour un plomb de sonde (x1)
- 40,7 kg de dalots (x8)
- 4,8 kg de poids de pêche (x3)
- 0,018 kg pour un poids non identifié (x1)
- Lampe non pesée (x1)

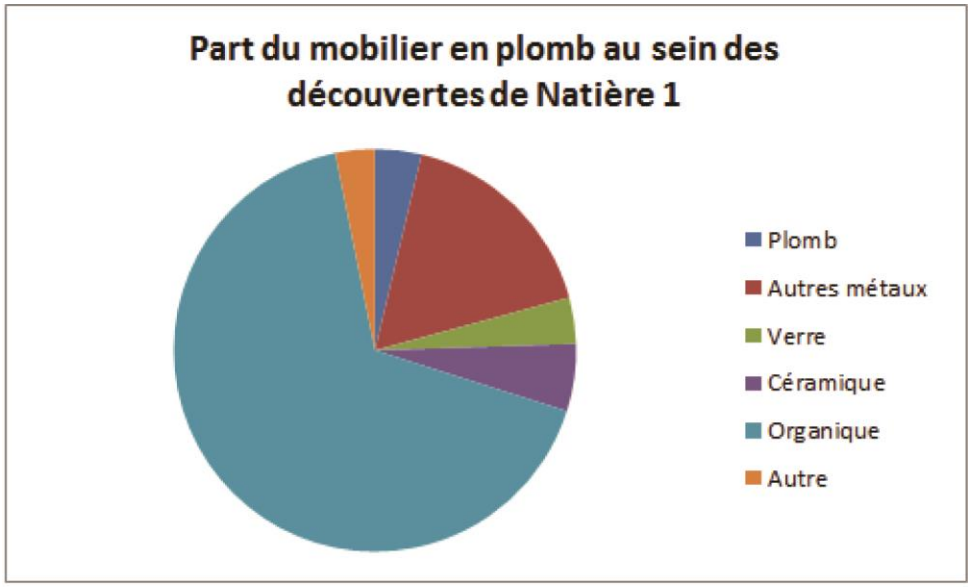
Ne sont mentionnés ici que les éléments en plomb découverts et remontés pour étude lors des fouilles menées sur le site. Il faut donc ajouter à cette masse déjà importante, un certain nombre d'artefacts en plomb supplémentaires laissés *in situ*, comme un écubier d'environ 40 kg situé à l'avant de l'épave. On peut donc estimer à plus de 260 kg la masse de plomb présente à bord de la frégate lors de son naufrage dont 91,6 kg sont représentés par les éléments d'architecture du navire et 168,3 kg par l'équipement du bord (artillerie, objet personnel, instruments de navigation…).

La deuxième frégate perdue sur ces roches malouines en 1749 est nommée *L'Aimable Grenot*. Cette dernière venait de quitter le port pour se lancer dans un voyage au long cours, jusqu'à Cadix, pour y vendre de précieuses marchandises. Le site présente quant à lui moitié moins de plomb archéologique : 104,2 kg contre 219,9 kg. Cette importante différence peut en grande partie s'expliquer par l'absence totale de dalot retrouvé *in situ*. La raison de cette absence est à ce jour inexplicable, tant les fouilles archéologiques ont été menées avec une grande précision et sur la quasi-totalité de l'épave. Seule, l'importance des récupérations postérieures au naufrage, lorsque le navire était encore couché dans la roche, pourrait expliquer l'absence de pièces aussi vitales pour les navires. Les masses des plombs retrouvés sont réparties de la manière suivante :

- 21,9 kg de balles de plomb (x1 715)
- 12 kg de couvre-lumière (x3)
- 0,245 kg pour un peson (x1)
- 25,7 kg pour un plomb de sonde (x1)
- 0,411 kg pour deux boites à tabac (x2)
- 30,74 kg de plomb en table (x1)
- 3,7 kg de feuilles de plomb de module carré (x2)
- 10,3 kg de bandes et fragments de plomb de calfatage (x4)
- Lampe non pesée (x1)
- Boite non pesée (x1)

On constate donc, pour ces deux frégates l'importance des quantités de plomb embarquées et la diversité de leurs formes et usages. Ce plomb représente d'ailleurs une part non négligeable de la totalité du mobilier archéologique inventorié sur ces sites (FIGURE 92). On peut estimer à quasiment un tiers, la part du plomb dans la quantité de métal remontée lors des fouilles. Toutefois, il n'est pas possible d'extrapoler ces résultats à la part représentée originellement par le plomb dans le métal du bord. En effet, un grand nombre d'éléments métalliques ont été laissés *in situ* faute de pouvoir financer leur restauration future. Ainsi, seul un canon sur six et

30 lingots de fer sur des centaines ont été remontés. De plus, le plomb se conserve très bien dans l'eau salée, ce qui n'est pas le cas d'un grand nombre d'autres métaux comme le fer par exemple.



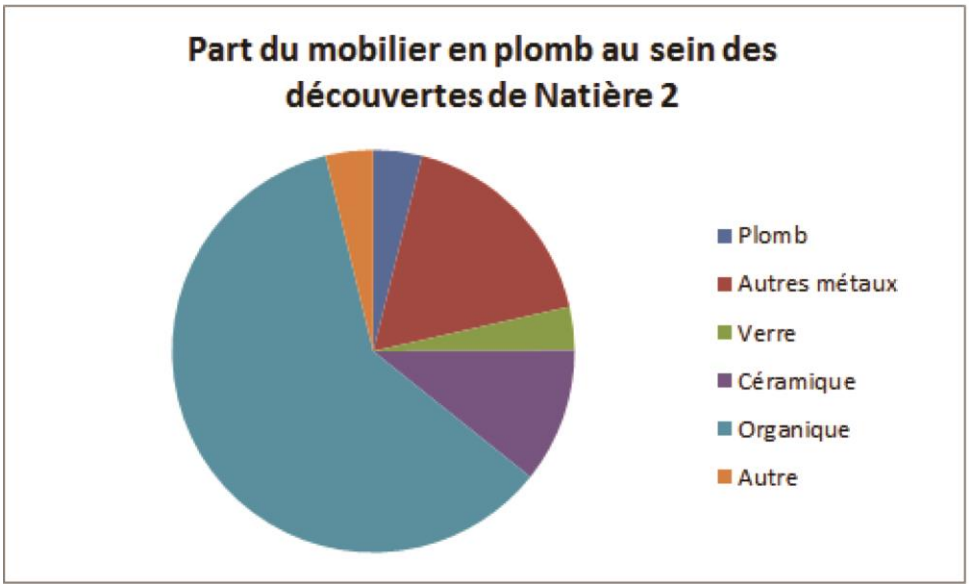


Figure 92 : Diagrammes circulaires présentant la répartition des divers matériaux retrouvés sur les épaves de la *Dauphine* (Natière 1), 1704 et de *L'Aimable Grenot* (Natière 2), 1749 (diagrammes personnels, 2014)

Les différences de répartition dans l'armement en plomb de ces deux frégates seront analysées plus loin, au sein de paragraphes spécifiques à chaque catégorie de mobilier (cf partie 4).

Enfin un dernier exemple peut être présenté ici à titre de comparaison : il s'agit de la frégate la *Boussole*, naufragée en 1788 sur l'île de Vanikoro (Iles Salomon) lors de son expédition d'exploration du monde mandatée par Louis XVI. Ce voyage devant durer un temps

indéterminé, de nombreuses réserves de matériel et de métal ont été embarquées pour pouvoir assurer cette navigation qui risquait d'être particulièrement longue. C'est peut-être ce paramètre contextuel qui permet d'expliquer la si grande quantité de plomb à bord, près de 1,5 tonne, principalement concentrés sous la forme de lingots de plomb brut[259] :

- 1,4 kg d'encrier (x1)
- 0,018 kg d'objet décoratif, de loisir : ancre miniature
- 6,8 kg de pesons (x3)
- 75,1 kg de plombs de sonde (x6)
- 4 kg de récipients non identifiés (x2)
- 73,5 kg de plombs en table (x2)
- 1 325,3 kg de saumons de plomb (x16)
- 23,6 kg de bandes et feuilles de calfatage (x6)
- Balles de plomb non pesées
- Poids de pêche non pesé (x1)
- Chiffres tirant d'eau non pesés (x 4)
- Disque en plomb percé non pesé (x1)

Ces données peuvent être comparées à celles recensées dans les inventaires officiels réalisés au départ de la frégate du port de Brest en 1785 (TABLEAU 7).

Poste sur l'inventaire	Nature de l'objet	Quantité chargée initialement, Etat du Roi	Quantité en supplément, pour 3 ans de campagne
Chargement ou Echange	saumons	16 pour 2778 livres (1 359 kg)	
Chargement ou Echange	Rouleaux de plomb laminés de 2, 1 et ½ lignes	2, 1 et 1 rouleau pour 1240 livres (607 kg)	
Chargement ou Echange	Plomb à giboyer	1836 livres (899 kg)	83 livres (41 kg)
Astronome	Ecritoires de plomb	6	
Astronome	Pesons de plomb	8	
Jardinier botanique	Plomb laminé	67 livres (33 kg)	
Maitre d'Equipage	Lignes de pêche en douze fils		12
Maitre d'Equipage	Plombs en table		120 livres (59 kg)
Pilote	Boites de plomb	2	
Pilote	Lignes à sonder	4	10 de différentes

[259] Une précision est à faire ici : les termes de saumons et de lingots de plomb seront employés comme des synonymes dans ce chapitre car le premier est le terme historique employé dans la documentation de l'époque, et l'autre est le terme actuel.

			grosseurs
Pilote	Plombs à sonder	3	36
Calfat	Plomb en table	91 livres (45 kg)	110 livres (54 kg)
Calfat	Plaques de plomb	10	
Calfat, pour les pompes	Clous à plomb	18 livres (9 kg)	40 livres (20 kg)
Canonnier	Sachets de balles de plomb		200 de balles de 6 livres (587 kg)
Canonnier, service du canon	Platines pour couvre lumière	12 pour couvre lumière de 6 et 4 pour couvre lumière de 1	4 d'une livre et 6 d'une ½ livre (3 kg)
Canonnier, service du canon	Plomb en table	26 livres (13 kg)	
Canonnier, engins et machines à lever et peser	Balance et poids en plomb	20	
Maitre d'armes	Balles de plomb	144	250 livres (122 kg)
TOTAL estimé		2 965 kg	886 kg

Tableau 7 : Liste des artefacts en plomb embarqués sur la *Boussole* dans le port de Brest avant son départ en 1785, et des quantités représentées (réalisation personnelle, données AN Mar B4-318, 1785)

D'après cet inventaire particulièrement précis, c'est près de 3 851 kg de plomb qui ont été embarqués à bord de cette frégate, soit 3,9 tonnes, afin de lui permettre d'assurer son voyage au long cours. Près de 40 % de ce plomb a pu être retrouvé par les archéologues, toutefois on remarque que certains artefacts ont été mieux préservés que d'autres (TABLEAU 8).

Artefact	Quantité d'après inventaire d'armement	Quantité retrouvée archéologiquement
Ancre miniature	0	1
Balle	344 balles + 122 kg	Env. 40 balles (non pesées)
Boite en plomb	2	0
Chiffres tirant d'eau	0	4
Couvre-lumière	26	0
Disque en plomb percé	0	1
Ecritoire	6	1 encrier
Ligne de pêche	12	1 poids
Ligne de sonde	14 lignes + 39 sondes	6 plombs de sonde
Plaque-feuille	10	6 feuilles et bandes
Peson – poids	28	3
Plomb à giboyer	940 kg	Nombreux (non pesés)

Plomb laminé – en table	811 kg	73,5 kg
Récipient non identifié	0	2
Saumon	16	16

Tableau 8 : Comparaison des quantités de chaque type d'artefact de la *Boussole*, 1788, entre les données documentaires et archéologiques

Ainsi, les saumons de plomb par exemple, sont restés totalement intacts lors de ce long voyage de trois années, tandis que de petits éléments, telles les balles de plomb ont très largement diminué. Cela peut en partie s'expliquer par le fait que les marins, débarquant dans des lieux inconnus, ont probablement dû tirer un grand nombre de coups de feu, à la fois pour se protéger des autochtones ou des animaux sauvages, mais aussi pour chasser le gibier tant espéré. De même, les rouleaux de plomb laminés et plombs en table, fournis au départ à presque la totalité des postes d'équipage du bord comme matière première, ont été particulièrement peu nombreux à être observés lors des fouilles archéologiques. Il s'agit ici d'une preuve tangible des volumes de plomb consommés pour les opérations quotidiennes du bord.

L'embarquement de ces équipements par lots afin de faire face aux pertes potentielles, comme pour les plombs de sonde, est ici confirmée puisque seuls 6 plombs de sonde ont été retrouvés sur les 39 prévus intialement.

Enfin, l'absence de certains éléments apparaissant dans ces listes, tels que les couvre-lumières par exemple, doit probablement être imputée à de mauvaises identifications de ces feuilles de plomb carrées car nous ne pouvons imaginer que les 26 initialement présents aient tous disparus lors du naufrage.

A l'inverse, la découverte de plusieurs artefacts n'apparaissant pas dans cet inventaire, tels qu'un disque en plomb percé, une ancre votive miniature ou des chiffres de tirant d'eau en plomb, laisse entrevoir des usages maritimes méconnus des sources officielles.

Pour finir, on note que ce type de comparaison pourrait permettre d'identifier certains artefacts inconnus, par une déduction de l'équipement cité dans l'inventaire paraissant le plus adapté. Ici, il faut donc comparer les « récipients » mis au jour sur cette épave avec l'ensemble des équipements ayant été embarqué. Par cette démarche, on peut rapprocher le récipient circulaire très ouvert à un potentiel cornet d'écritoire (FIGURE 93 a), tandis que le second récipient, cette fois en forme de boite rectangulaire (FIGURE 93 b), pourrait quant à lui correspondre à ce qui était nommé « boite en plomb » pour les articles du pilote. Il ne s'agit toutefois que de simples hypothèses, impossibles à vérifier sans autres données complémentaires.

a)  b) 

Figure 93 : Récipients découverts sur la *Boussole*, 1788, dont la fonction était restée inconnue : a) potentiel cornet d'écritoire, Num Iso 99 et b) boite en plomb du pilote supposée, Num Iso 327 (photos V. Proner et M. Veyrat, réserves du Musée d'Histoire Maritime de Nouvelle Calédonie et du musée de la Marine à Paris)

Il est par conséquent aisé de se rendre compte, au travers de ces quelques exemples, de l'omniprésence de ce métal à bord des navires ; qu'ils soient armés pour la course (la *Dauphine*), le commerce (*L'Aimable Grenot*) ou l'exploration scientifique (la *Boussole*). Ces listes illustrent également la variété d'emploi de ce métal à bord. Cependant, il faut se garder de toute comparaison directe entre les quantités par navire car celles-ci résultent de différents facteurs tels que les choix de fouille de remonter tel mobilier plutôt qu'un autre, mais aussi des pesées qui ont été faites ou non, et enfin du degré de préservation du site archéologique jusqu'à nos jours. Enfin, les navires n'étant pas tous destinés aux mêmes usages, et ne possédant pas les mêmes capacités de charge, il ne peut être question ici de comparer directement les quantités de plomb que chacun embarquait.

Si l'on s'intéresse aux types de vestiges mis au jour, non seulement sur ces trois épaves, mais aussi sur l'ensemble des sites inventoriés au cours de cette thèse, on peut dresser une liste de catégorie d'artefacts qui nous permettront ensuite d'organiser leur présentation dans la partie 4 de ce volume. La question a été de savoir si ces catégories devaient être formelles ou fonctionnelles. Nous avons fait le choix de répartir le mobilier au sein de trois classes générales suivant son degré de mise en forme : brut / semi-brut / manufacturé. Puis au sein de ces classes, les artefacts en plomb ont été isolés cette fois selon leurs fonctionnalités à bord[260].

[260] Ces dernières catégories ont déjà été présentées dans le tableau 1 (cf 1.1.1).

Cette démarche a permis la création des catégories suivantes :

- Brut
  - saumon
- Semi-brut
  - plomb en table
- Manufacturé
  - étanchéité du navire (feuilles doublage / chaudron de pompe / tuyaux)
  - artillerie (balle / couvre-lumière / couvre-platine)
  - équipement du bord (poids de pêche / peson / plomb de sonde / lampe / barre marquage)
  - agrès (poids avec poulie / chiffre tirant d'eau)
  - objet personnel, loisir (encrier, miniature, objet de croyance-bijoux)
  - non identifié (disques, lest de loch, récipients, autres, outils composites)

A la lecture des rapports de fouille et du dépouillement des réserves de mobilier archéologique sur l'ensemble du territoire français, on constate qu'un certain nombre d'artefacts en plomb découverts n'apparaissent pas dans les sources documentaires. Ainsi, la réalité pratique de la marine offre un visage légèrement différent de celui fourni par les écrits plus ou moins officiels. On peut citer ici à titre d'exemple, les lampes à huile, les encriers, certains objets de loisirs ou encore certains poids en plomb dont la fonction n'a pu être identifiée à ce jour, totalement inconnus des recensements documentaires.
A l'inverse, le dépouillement des sources documentaires à mis en lumière l'existence d'équipements encore totalement inconnus des archéologues, comme les boites en plomb d'habitacle, ou encore les cuvettes et caisses garnies de plomb (cf 2.4.6).
Il s'agit donc d'une preuve éclatante du besoin vital d'une recherche pluridisciplinaire, confrontant en permanence ces deux types de données, pour obtenir la vision la plus complète de la réalité maritime de l'époque étudiée.

3.2. Archéologie expérimentale et ethnographie : les gestes du plombier

Une vision assez complète du métier de plombier a pu, à ce stade de la recherche, être obtenue grâce au dépouillement des sources documentaires ; cependant, souhaitant aller plus loin dans l'analyse des gestes techniques mis en œuvre et des traces d'outils engendrées sur le mobilier en plomb, il paraissait nécessaire d'envisager une approche expérimentale. Cette démarche permet de recréer les gestes mais aussi les conditions de travail des plombiers de l'époque moderne (XVIe – XIXe siècles) : temps passé sur chaque type de production, consommation de combustible, de métal, dangerosité du travail, quantité de main d'œuvre nécessaire…

Cette approche n'a finalement pas été mise en œuvre au cours de cette thèse puisque la découverte de plombiers travaillant encore avec ces techniques anciennes a rendu possible le recueil de la majorité des informations initialement recherchées à travers l'expérimentation. De plus, les riches échanges avec ces professionnels ont permis de collecter de précieuses données supplémentaires issues de leurs propres expériences.

Ces ouvriers sont les « plombiers-fontainiers », employés à temps plein à l'entretien des conduites du réseau d'eau, des fontaines et des ornements en plomb du château de Versailles. Leur équipe est dirigée par Gilles Bultez qui a rendu possible cette rencontre en organisant une visite guidée privée au sein des différents ateliers des plombiers, nous présentant à la fois ces employés, leurs tâches en cours, leurs gestes, mais aussi les outils mis en œuvre[261]. Voici d'ailleurs présenté ci-dessous, le mur de l'atelier sur lequel sont stockés les outils nécessaires au travail quotidien des plombiers (FIGURE 94).

[261] Le site internet du château de Versailles présente brièvement les prérogatives des « plombiers-fontainiers » au sein du parc : http://ressources.chateauversailles.fr/spip.php?article330

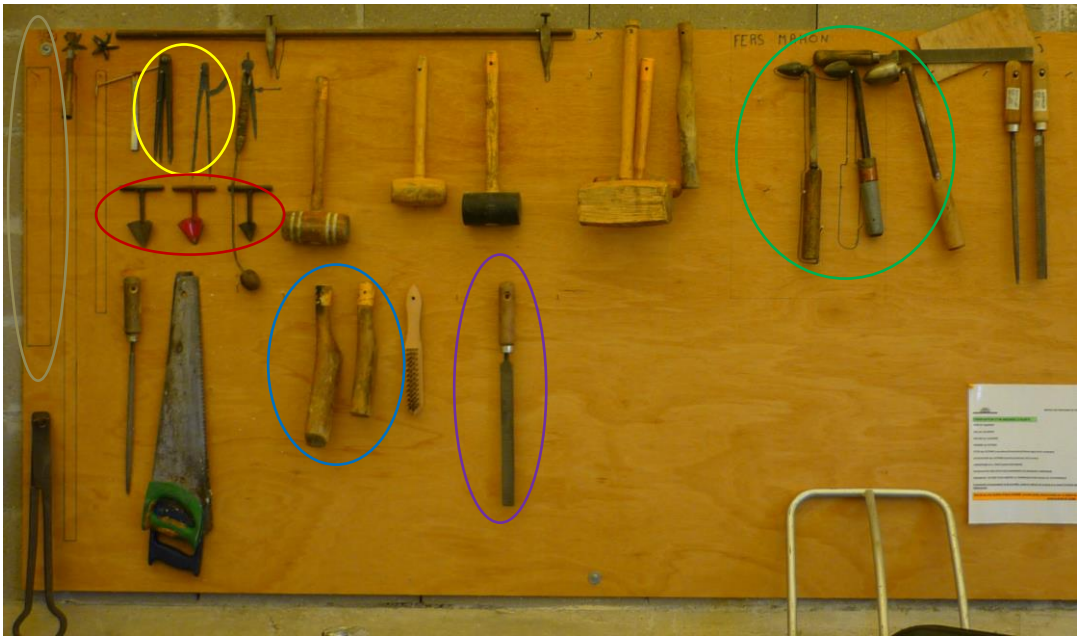


Figure 94 : Outils employés par les Plombiers-Fontainiers de Versailles (photo M. Veyrat)

On retrouve, suspendus de gauche à droite et de haut en bas : une gratte, des compas, maillets, fers mahons, limes et rapes, des queues de cochon, une scie, des battes en buis, une brosse, une lime et enfin un diamétron. Le fonctionnement précis de chacun de ces outils est présenté dans l'annexe 7 du Volume II.

Il est particulièrement frappant de constater que l'ensemble des outils accrochés ici se retrouve également sur les planches des traités publiés au XVIIIe siècle, présentées au chapitre 2 de ce volume. Afin d'être le plus clair possible, nous avons choisi de replacer ici une de ces illustrations anciennes et d'encercler par le même code couleur les outils communs (FIGURE 95).

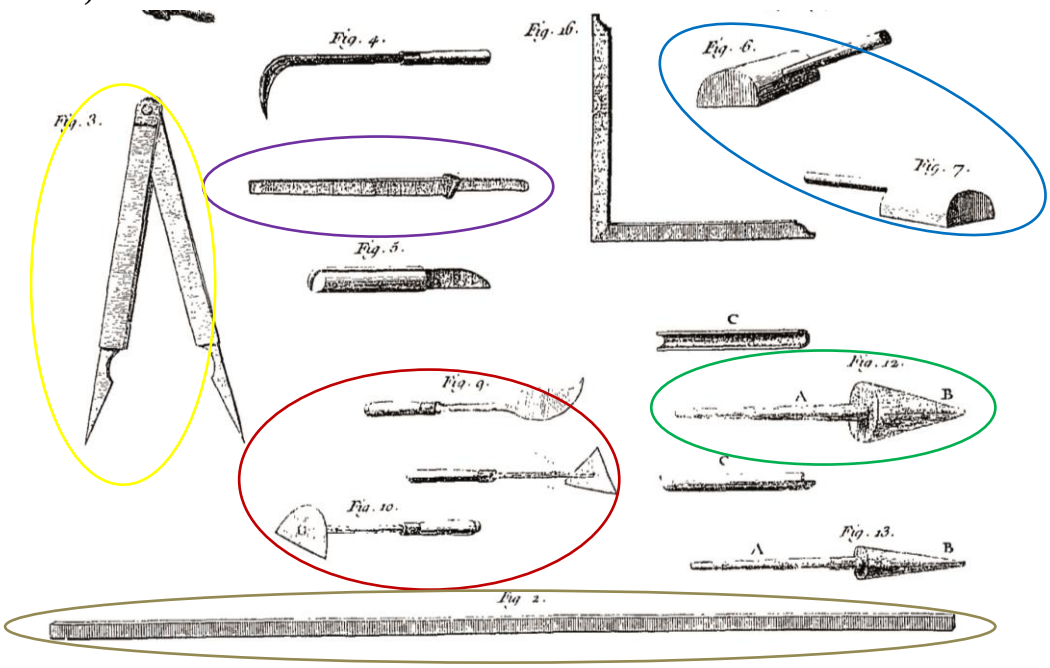


Figure 95 : Extrait de la planche X du traité de l'Abbé Lagardette sur l'art des plombiers-fontainiers, illustrant leurs principaux outils (Lagardette, 1773, planche X)

On remarque donc que le couteau, la serpe et l'équerre n'apparaissent pas sur l'établi des plombiers de Versailles, mais ils ont été vus lors de notre visite de leurs ateliers. Ainsi, l'unique exception est la scie métallique et certains maillets plastifiés, qui n'existaient pas entre le XIVe et le XIXe siècle. La terminologie employée par Gille Bultez lors de cette journée est d'ailleurs la même que celle relevée dans ces documents d'archive. On peut donc établir que les constatations qui seront faites sur les caractéristiques du travail de ces plombiers ou encore des traces laissées par leurs outils, reflèteront parfaitement le travail des plombiers du XVIIIe siècle.

Il faut cependant ajouter que deux types d'outils supplémentaires ont été vus dans les réserves alors qu'ils n'apparaissaient pas sur la documentation historique. Il s'agit de mandrins et de colliers de bois de divers diamètres (FIGURE 96 a et b).

a)



b)



Figure 96 : Mandrins (a) et colliers (b) de bois de divers diamètre servant à la création de tuyaux de plomb, château de Versailles, atelier des plombiers-fontainiers (photos M. Veyrat)

Toute la question est donc de savoir s'ils pouvaient déjà être en usage à l'époque, bien que non illustrés, ou s'ils sont entrés en activité plus tardivement ?
D'après notre discussion avec Gilles Bultez, la fabrication et l'emploi de ces deux outils est particulièrement aisée, et il est presque impossible de s'en passer pour créer les conduits de plomb par martelage (cf 2.2.4). En effet, la feuille de plomb étant arrondie par frappes successives, il est indispensable d'insérer un mandrin de la dimension adéquate à l'intérieur de la feuille pour être en mesure d'obtenir le diamètre souhaité. Ce mandrin servira donc de support pour replier la feuille dessus.
Le collier de bois quant à lui permet d'arrondir par passages successifs, l'angle intérieur d'un conduit. Devant le caractère indispensable de leur usage et la facilité de leur création, il parait vraisemblable de supposer que ces outils devaient déjà être employés dès le XVIe siècle. Le fait qu'aujourd'hui encore, ces instruments ne soient pas rangés sur l'établi de l'atelier de plomberie lui-même, mais plutôt dans une réserve, pourrait laisser imaginer une même organisation à l'époque. Cela pourrait donc expliquer leur absence des planches des traités, qui ne présentent que l'atelier du plombier et non ses réserves ou dépendances. Il ne semble donc pas y avoir eu de changement dans l'outillage des plombiers, hormis l'apparition du laminoir, entre la fin du XVIe siècle et le milieu du XIXe siècle.

L'ensemble des outils et des gestes effectués par ces plombiers ont été photographiés et retranscrits afin d'en conserver une trace la plus précise possible[262].
Plusieurs techniques du travail du plomb ont pu être observées lors de cette visite. Il s'agissait notamment de la mise en forme d'une large conduite par martelage de ses flancs à l'aide d'une batte en buis (FIGURE 97), de la réalisation de soudures au mélange étain-plomb (FIGURES 100 et 101), de la mise en forme verticale d'une collerette de fixation d'un tuyau par martelage (FIGURE 99), ou encore de l'utilisation de mandrins pour couler de petits tuyaux au diamètre souhaité.

[262] Le document exhaustif est présenté en Annexe 7.



Figure 97 : Martelage à la batte courbe en buis d'un tuyau de plomb (photos M. Veyrat, Château de Versailles)

Sur la photo précédente, il est intéressant de noter la présence de nombreux tracés sur le sol de l'atelier. Ceux-ci correspondent au « modèle » des plombiers, réalisé à l'échelle 1 préalablement à toute réalisation de grandes dimensions. Ainsi, le plombier peut visualiser directement les proportions et formes que devront prendre ses productions et il lui sera facile de s'y référer régulièrement pour s'y conformer. Ici, le plombier est d'ailleurs en train de battre les flancs de la conduite pour lui faire suivre l'arrondi dessiné au sol. L'usage d'une batte en buis arrondie permet de produire un arrondi plus précis et cela minimise simultanément le lissage de la surface qui sera ensuite à effectuer pour effacer les traces de frappes.

Par les discussions menées auprès de ces plombiers, par l'observation de leur savoir-faire et de leurs gestes, il a été possible de relier certains outils ou techniques à des traces portées par le mobilier archéologique. Ainsi, nous avons pu apprendre que les collerettes situées aux extrémités des tuyaux de plomb peuvent être soit ajoutées et soudées par l'extérieur (FIGURE 98), soit réalisées par l'ouverture par martelage du bord du tuyau lui-même (FIGURE 99), ces deux processus ne laissant pas les mêmes stigmates sur l'objet.



Figure 98 : Collerette de fixation soudée au tuyau de plomb (photo M. Veyrat, Château de Versailles)



Figure 99 : Ouverture progressive de la collerette d'un tuyau de plomb par martelage sur son extrémité (photo M. Veyrat, Château de Versailles)

Gilles Bultez emploie le terme de « collet battu » pour désigner ce type d'ouverture, pratiquée par martelage du bord du tuyau. Ce terme a été recherché dans les sources historiques mais n'a pu y être retrouvé ce qui laisse planer un doute quant à son ancienneté. Il a été choisi de ne pas le retenir comme nommenclature pour décrire les bords des tuyaux découverts archéologiquement car sa construction sous-entendait un geste technique bien particulier « battu ». Or, comme nous l'avons vu, certains de ces bords pouvaient être soudés par l'extérieur. Ainsi, il lui a été préféré le terme plus générique de « collerette de fixation ».

Les traces laissées par l'emploi des grattes pour rayer la zone à souder du plomb serait archéologiquement aisément reconnaissables (FIGURE 100) mais elles sont, la plupart du temps, ensuite recouvertes par la soudure elle-même.

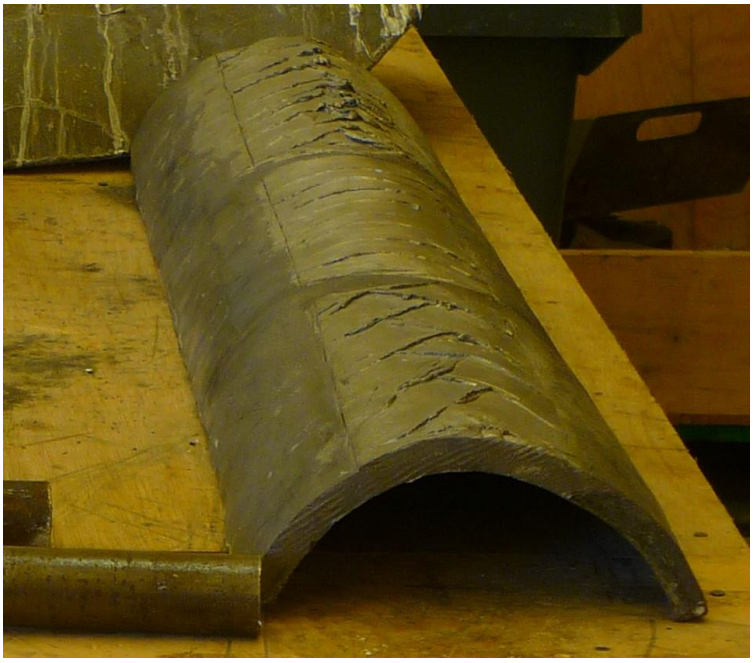


Figure 100 : Demi-tuyau de plomb dont la surface a été grattée, rayée pour pouvoir faire accrocher la soudure (photo M. Veyrat, Château de Versailles)

Enfin, comme nous l'avons dit, l'usage de la batte pour frapper la feuille de plomb, laisse des marques d'impact, mais les plombiers finalisent leur production par un lissage maximal de la surface de l'objet. Il est donc quasiment impossible de retrouver ces traces par une simple étude macroscopique. La mise en œuvre d'observations microscopiques sera nécessaire pour repérer si ces impacts se retrouvent ou non dans la structure interne du métal. Des visualisations à l'aide d'ultrasons ou de rayons X pourraient également permettre d'observer les failles, traces dans le métal.

Les rares stigmates visibles à l'œil nu sur les vestiges archéologiques ont été répertoriés au sein des fiches inventaires du mobilier concerné. Cependant, il faut nuancer ici cet apport, car le plomb étant un métal particulièrement malléable, il est très souvent difficile de distinguer les stigmates liés au naufrage, de ceux inhérents au processus de fabrication de l'objet (cf 3.1.2.).

De la même manière, l'observation de la mise en œuvre d'une soudure a confirmé la très grande facilité de sa réalisation, mais aussi les différences de coloration engendrées (FIGURE 101)[263].

[263] L'observation d'une telle différence de couleur avait déjà été présentée sur un dalot inventorié dans le chapitre 2.2.4.



Figure 101 : Différence de coloration entre une feuille de plomb foncée et la zone soudée beaucoup plus claire (photo M. Veyrat, Château de Versailles)

Une discussion avec les plombiers nous a également permis de comprendre que les zones soudées représentaient le point faible des objets en plomb, ce qui se retrouve fréquemment sur des conduits découverts archéologiquement, ouverts sur une partie de leur longueur (FIGURE 102). Cette fragilité semble logique puisque la soudure recouvre la zone où les deux bords de la feuille de plomb ne sont pas joints mais seulement accolés l'un à l'autre.



Figure 102 : Dalot de plomb ouvert sur une partie de sa longueur, au niveau de la zone de soudure du repli de la feuille, Num 348, épave de Natière 1 la *Dauphine*, 1704 (photo M. Veyrat)

Il a enfin été intéressant de constater qu'actuellement les plombiers-fontainiers ne coulent aucun lingot ou table de plomb puisqu'ils achètent leur matière première directement mise en forme selon leurs besoins. On retrouve bien le même découpage de la chaine opératoire du travail du plomb qu'à l'époque moderne, avec d'une part, l'élaboration du

plomb marchand bien souvent située sur le site même de la mine ou localisé dans un atelier spécialisé non loin, et d'autre part, la manufacture d'objets en plomb par des plombiers. La visite de cet atelier nous a également montré qu'actuellement, le mélange étain-plomb utilisé pour la soudure, n'est pas produit par les plombiers eux-mêmes mais importé directement sous la forme de lingots. Il s'agit là d'une différence notable avec le travail du plomb entre le XVIe et le XIXe siècle.

Cette rencontre avec des artisans, travaillant encore avec les outils et les techniques de la période moderne étudiée au cours de cette thèse s'est donc révélée particulièrement fructueuse et riche d'enseignements qui pourront être directement mis en application lors de l'analyse archéologique des artefacts inventoriés.

3.3. Apport des analyses physico-chimiques

La deuxième approche pluridisciplinaire mise en place au cours de cette thèse a été la réalisation d'analyses physico-chimiques sur certaines des données archéologiques recueillies. Les problématiques envisagées ici étaient liées à la provenance du métal utilisé, aux techniques de travail du plomb, mais aussi aux modes d'approvisionnement des navires pour leurs équipements en plomb.

3.3.1. Généralités

Comme cela a déjà été évoqué dans le chapitre méthodologique (cf 1.3.3), une bibliographique approfondie a été constituée pour dresser un état de la recherche dans le domaine des analyses physico-chimiques, relever les méthodologies employées pour chaque type d'analyse, et ainsi référencer les paramètres pouvant être adaptés aux problématiques de cette thèse. Dans notre optique, il s'agissait en effet de pouvoir d'une part, reconnaitre des groupes de plomb homogène à bord, issus d'une même coulée, voire d'un même minerai, et d'autre part, de tenter de retracer la provenance géographique du minerai constitutif de ces plombs.

Une dizaine d'études archéologiques présentant les résultats d'analyses physico-chimiques menées sur du mobilier en plomb existent aujourd'hui dans le monde[264]. Celles-ci portent en très grande majorité sur des lingots et non sur l'ensemble du petit mobilier du bord en plomb. De plus, une large part des études réalisées ne s'attache qu'aux périodes antiques. Cependant, récemment, plusieurs chercheurs étrangers se sont tournés vers l'analyse de chargements de lingots de plomb issus de sites archéologiques modernes. On peut citer ici à titre d'exemple

[264] Ces études sont toutes citées dans le tableau 9 joint à cette thèse et leurs références sont reprises de manière détaillée dans la bibliographie de ce volume.

les études menées sur les lingots du *Zuiddorp* en Australie (1712)[265], ou encore ceux de *Poompuhar* en Inde (XVIIIe)[266].

Il faut ajouter qu'une grande majorité des publications existant à ce jour sur des analyses chimiques du plomb proviennent de géologues et non d'archéologues. Toutefois, l'apport des données isotopiques du plomb est de plus en plus reconnu en archéologie pour retracer la provenance de métaux et matériaux variés, comme nous le verrons plus tard dans ce chapitre.

En ce qui concerne les études ayant été conduites sur du mobilier en plomb, certaines d'entre elles sont uniquement élémentaires[267], tandis que d'autres n'abordent que l'aspect isotopique[268]. Seuls de rares exemples associent les deux types d'analyse simultanément[269]. Un tableau a été créé afin de pouvoir comparer sur un même support les choix réalisés par chaque équipe de recherche (TABLEAU 9). Ont donc été relevés les éléments suivants : les éléments chimiques mesurés, le type d'appareil de mesure employé, la précision des résultats obtenus, etc… Ce travail de recensement bibliographique était nécessaire pour ensuite être en mesure de choisir un protocole expérimental qui soit le plus efficace possible pour répondre aux problématiques spécifiques de cette thèse mais aussi pouvoir comparer certaines de nos données à ces études (pour la période moderne seulement).

[265] DUIVENVOORDE, STEDMAN, BILLSTROM, STOS-GALE and MCCARTHY 2013, p. 150-166.
[266] TRIPATI, PARTIHBAN, VORA, SUNDARESH et BANDODKER 2003, p. 225-237.
[267] Il s'agit d'analyser les éléments chimiques constituant le plomb car celui-ci n'est jamais pur à 100%. Elles apparaissent en rouge sur le tableau 9.
[268] Le plomb possède plusieurs isotopes atomiques qu'il est possible de distinguer et de quantifier mais cela sera présenté dans la partie méthodologique de ce chapitre. Ces analyses apparaissent en bleu sur le tableau 9.
[269] Il s'agit notamment des deux études précédemment citées sur les lingots du Zuiddorp et de Poompuhar. Ce type d'analyse apparait en orange sur le tableau 9.

Caractéristiques des études présentant des analyses physico-chimiques du plomb	Eléments chimiques mesurés																					Appareils de mesure employés								Précisions des mesures	Limites de détection
	Ag	Al	As	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Ni	Pb	S	Sb	SiO2	Sn	Te	Ti	Tl	Zn	Atomic Absorption Spectrometer	Spectrométrie d'émission optique : ICP-AES et ICP-OES	Spectrométrie de masse : ICP-MS	EPMA	Spectrométrie d'Emission à Etincelles	LIBS	X-Ray Fluorescence		
Saint Gilles Croix de Vie DE MAISONNEUVE, 2010	x								x	x				x		x		x				x								3 décimales, en %	
Zuiddorp DUIVENVOORDE *et al.* IJNA 42:1, 2013	x			x	x				x	x	x			x		x		x				x	x (pour traces)		x (isotopes-MC-ICP-MS)					2 décimales en % traces / 5 décimales isotopes	
Poompuhar TRIPATI *et al.* IJNA 32:2, 2003		x				x		x	x	x		x		x	x							x		x (pour traces)		x (isotopes)				1 décimale en ppm traces / 3 décimales isotopes	
Chipiona NESTA Habis 42, 2011	x		x		x				x	x		x	x	x	x	x		x				x					x			3 décimales	
Saintes-Marie-de-la-Mer BARON, Revue d'Archéométrie 27	x		x	x					x				x	x		x		x				x					x			2 décimales en % ppm	
lingots ier siècle ap. J.-C. BARON, 2000	x		x	x					x				x	x	x	x						x		x						3 décimales en %	
Feuilles *Chrétienne E* GRAN, 2012	x		x	x		x			x				x	x		x		x				x								aucune décimale et pas d'unité	
Feuilles Villefranche 1 ou Lomellina, GUEROUT, 1983	x		x	x		x			x				x	x		x		x	x		x	x								aucune décimale et pas d'unité	
Plombs de toitures, patrimoine TEXIER *et al.* 2015	x			x					x							x		x							x			x			10 ppm pour le Cu à 130 ppm pour Sb / limites plus basses pour LIBS
Earliest object in the Levant, YAHALOM-MACK *et al*, PLOS, 2015	x						x		x	x			x							x		x			x (isotopes)	x (traces)				aucune décimale, en ppm traces / 4 à 5 décimales isotopes	entre 46 et 90 ppm traces
Analyses élémentaires et phénomène de ségrégation, lingots antiques, BULME, 2002	x		x	x					x				x		x	x		x	x								x (par étincelage)			4 décimales, en % ppm	
Saintes-Marie-de-la-Mer TRINCHERINI, Archaeometry 43, 2001																									x						3 à 4 décimales, 0,01 % d'erreur	
Medieval Lead Making on Mont-Lozère Massif, BARON *et al*, 2005																									x (MC-ICP-MS)						5 décimales	
Lead in ancient Rome's city waters, DELILE *et al.*, 2014																									X (MC-ICP-MS)						5 décimales	
Metal provenancing using isotopes, OXALID, STOS-GALE, 2009																									X (MC-ICP-MS)						3 à 5 décimales	0,01%
Doublage Mauritius, données DRASSM																									x						3 décimales	

Tableau 9 : Synthèse des différentes analyses menées sur du mobilier en plomb et recensées dans la bibliographie (tableau personnel)

Une fois la documentation de travail exploitée, des contacts ont été établis avec des scientifiques pouvant avoir les connaissances nécessaires à la réalisation de ces analyses, mais ayant aussi accès aux appareils de mesure adéquats. Après de longues recherches, le choix a été fait de travailler en partenariat avec Antoine Bézos et Carole La, tous deux membres du Laboratoire de Planétologie et de Géodynamique[270] de l'université de Nantes. Ce choix s'est fait selon des critères de disponibilités, d'accès facilités aux infrastructures et de tarifs préférentiels par voie interne à la faculté, mais aussi par le grand intérêt démontré par cette équipe de scientifiques pour ce sujet de recherche pluridisciplinaire.

Nous avons choisi de combiner deux types d'analyses, afin d'appréhender au mieux les caractéristiques du mobilier de plomb analysé. Il s'agit de quantifier les éléments chimiques constitutifs de chacun des artefacts de plomb sélectionnés, mais aussi d'en mesurer les différents isotopes du plomb.
Une analyse élémentaire préalable a mis en évidence la très grande pureté du mobilier sélectionné pour cette étude : l'élément plomb étant majoritairement présent à près de 99%. Il a donc s'agit, dans un deuxième temps, de mesurer les éléments traces contenus en supplément de ce plomb. La méthodologie mise en place pour chacune de ces deux types d'analyse a été synthétisée dans le volume II (ANNEXE 8).
La mesure des éléments traces a été effectuée par l'emploi d'un ICP-MS[271] au sein du LPG Nantes, tandis que les analyses isotopiques ont été menées sur un ICP-MS Multi-Collection (Neptune Thermo) au laboratoire de l'IFREMER[272] de Brest par Emmanuel Ponzeverra.

3.3.2. Méthodologie

Les principes régissant le mode de prélèvement des échantillons de plomb sur les lingots, les protocoles expérimentaux mis en place et les caractéristiques techniques des appareils d'analyse employés vont maintenant être explicités.

Les analyses physico-chimiques du plomb ont presque toujours été menées sur de la matière brute, soit des lingots, afin d'obtenir des résultats plus exploitables scientifiquement. En effet, comme cela a déjà été évoqué brièvement au chapitre 1.3.3, il est indispensable de minimiser au maximum le risque de mélanges et de réemplois du métal pour obtenir des résultats plus facilement comparables avec les données issues des mines de plomb, sans risquer de perturbations liées aux recyclages fréquents du plomb. Toutefois cette précaution ne peut assurer d'être en présence de plomb « neuf », directement issu des galènes fondues puisque l'on sait d'après les sources documentaires que du «plomb vieux » provenant des désarmements, était aussi fréquemment employé, notamment pour être refondu et coulé en

[270] Cela correspond au LPG, CNRS, UMR 6112, université de Nantes, faculté des sciences.
[271] Pour l'ensemble des abréviations d'appareils de mesure, se référer aux avertissements présentés en début de ce volume.
[272] Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer.

nouveaux saumons, ce qui peut donc biaiser les résultats des analyses chimiques[273]. De plus, comme nous l'avons vu, les déchets du travail du plomb sont bien souvent retravaillés pour produire des lingots supplémentaires, qui se révèleront forcément moins concentrés en plomb. Ces limites seront à garder en tête lors de l'exploitation des résultats obtenus.

Les prélèvements ont donc été réalisés sur une sélection de lingots de plomb, issus de sites archéologiques bien identifiés et datés, afin de pouvoir comparer les informations de provenance du minerai avec les données du contexte archéologique. Le choix s'est donc porté sur les artefacts suivants :

- 4 lingots du vaisseau la *Boussole*, armement royal pour une expédition scientifique autour du monde, 1788 (Musée National de la Marine) :
    - Num 171
    - Num 172
    - Num 173
    - Num 174
- 1 lingot marqué « LINARES », provenant du *Cadix*, cargo à vapeur assurant la liaison Angleterre-Espagne, 1875 (Dépôt du DRASSM au Service Régional de l'Archéologie de Nantes) : Num 188
- 3 lingots issus du site de Men Garo 1, marqués « 1697 », XVIIe siècle (Musée de Saint-Brieuc) :
    - Num 150
    - Num 175
    - Num 176
- 6 lingots des épaves *Ariane et Andromaque*, deux frégates napoléoniennes, 1812 (Dépôt du DRASSM au Service Régional de l'Archéologie de Nantes) :
    - Num 178 (lot de 6 lingots)
- 3 lingots marqués « BAGILT WORKS ON LYON & LIVERPOOL» et provenant du site des Grands Cardinaux, XIXe siècle :
    - Num 149 (Dépôt du DRASSM au Service Régional de l'Archéologie de Nantes)
    - Num 187 (Musée National de la Marine)
    - Num 190 (Dépôt du Musée National de la Marine au Croisic)

Cette sélection d'une vingtaine d'échantillons permet également de diminuer le temps et les coûts nécessaires à la réalisation de ces analyses, ce qui n'est pas négligeable pour être en mesure de les mettre en place au cours de ces trois années de thèse.

Toutefois il faut garder à l'esprit qu'il s'agit là d'un biais dans l'étude menée ici puisqu'on ne pourra généraliser les conclusions ou hypothèses émises grâce aux résultats obtenus. En effet, il ne s'agit que d'une faible part du corpus total des lingots de plomb modernes découverts dans le domaine maritime français : 17 sur 87 éléments dont l'inventaire est complet. Cette

[273] Cette affirmation est notamment basée sur la citation retrouvée dans *l'Encyclopédie Méthodique* dirigée par Panckouke et publiée en 1786, tome second, p. 648.

sélection a donc plutôt vocation à être vue comme un échantillon témoin de l'ensemble de la « population » des lingots de plomb, permettant ainsi de tester diverses analyses qui pourront être, espérons-le, reproductibles à plus large échelle par la suite si les résultats sont satisfaisants. La réalisation des prélèvements s'est étalée sur la deuxième année de thèse et les analyses élémentaires ont nécessité quant à elles deux semaines de travail.

Présentons maintenant la méthodologie mise en place pour réaliser ces prélèvements et leur analyse élémentaire[274].

Prélèvement des échantillons

- Matériel utilisé :
  - ✓ Foret à bois manuel, 5 mm de diamètre
  - ✓ Eau distillée
  - ✓ Appareil photo
  - ✓ Mire
  - ✓ Sacs de congélation refermables par zip
  - ✓ Brosse à dent

- Mode opératoire :
  - ✓ Nettoyage de la zone à prélever sur le lingot (brosse à dent rincée à l'eau déminéralisée entre chaque nettoyage)
  - ✓ Prélèvement au foret de copeaux de plomb (10 mg maximum) sur environ 1 à 2 cm de profondeur, face inférieure plane du lingot (FIGURES 103 et 104), sauf sur les lingots de la *Boussole* qui n'ont pu être déplacés de leur lieu de stockage : prélevés sur leur plat-bord (FIGURE 105)
  - ✓ Individualisation des copeaux dans des sacs de congélation, numérotés selon leur ordre de sortie, soit leur ordre d'enfoncement dans le lingot (Pr 171-1, 2, 3…)
  - ✓ Nettoyage du foret à l'eau déminéralisée entre chaque prélèvement

Méthodologie de préparation des échantillons pour l'analyse des éléments traces du plomb

- Matériel :
  - ✓ Echantillons de 2mg issus des lingots de plomb
  - ✓ Balance précise à 0,00001g près
  - ✓ Lame de rasoir
  - ✓ Pince
  - ✓ Béchers en téflon numérotés avec capuchon refermable (x 25)
  - ✓ Compte-gouttes
  - ✓ Hotte aspirante + équipement complet de protection (masque, charlotte, gants, lunettes et sabots) en salle blanche
  - ✓ Etuve

[274] Pour plus de lisibilité il a été choisi de ne présenter ici que le récapitulatif du matériel utilisé et des étapes réalisées, mais le détail de cette procédure peut être consulté en annexe 8 du volume II.

- ✓ Appareil de mesure « Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry » (ICP-MS) (FIGURE 109)

➢ Mode opératoire :

- ✓ Découpe et pesée de 2mg de plomb (au sein des copeaux les plus profonds) par lingot prélevé (FIGURE 106)
- ✓ Isolation de chaque échantillon dans un bécher individuel numéroté (FIGURE 107)
- ✓ Préparation de deux béchers supplémentaires pour les blancs de chimie ; 25 solutions préparées au final
- ✓ Attaque des échantillons : ajout de 1,5ml d'acide nitrique concentré (70 % HNO_3) et 0,7ml d'acide chloridrique concentré (36 % HCl), tous deux bi-distillés (FIGURE 108)
- ✓ Chauffe des béchers à 110°C pendant 24h pour casser les liaisons inter-atomiques : mise en solution de l'échantillon
- ✓ Evaporation : ouverture des béchers dans l'étuve à 90°C
- ✓ Remise en solution du résidu sec dans HNO_3 dilué (~ 30 %)
- ✓ Evaporation pour ôter le chlore du HCl, nuisible aux analyses par l'ICP-MS
- ✓ Remise en solution dans 1ml d'HNO_3 (~ 0,5%)
- ✓ Dilution des solutions jusqu'à 100ml + ajout du standard interne thulium (Tm)
- ✓ Création d'une gamme de solutions étalons pour calibrer le signal de l'ICP-MS : éléments chimiques purs recherchés + HNO_3 peu dosé (~ 0,5 %) + 4ppb de Tm par solution[275]
- ✓ Gamme de concentration des solutions étalons préparées : 50 ppb/ 25 ppb/ 5 ppb/ 2 ppb/ 0,5 ppb/ 0,1 ppb/ 25 ppt (soit 0,025 ppb)/ 10 ppt/ 5 ppt
- ✓ Programmation de la série de mesure à réaliser par l'ICP-MS : cinq mesures par échantillons, mesures des blancs et des étalons (FIGURE 109)
- ✓ Eléments traces recherchés : plomb (Pb), cuivre (Cu), argent (Ag), étain (Sn), zinc (Zn), bismuth (Bi), antimoine (Sb), cadmium (Cd), thallium (Ta), rhodium (Rh) et nickel (Ni)
- ✓ Calcul de la précision des mesures + limites de détection + exploitation des résultats et visualisation sous forme de graphiques

[275] L'unité ppb signifie « part per billion » soit en français partie par milliard. Elle sert à exprimer les concentrations pour un rapport de 10^{-9}.



Figure 103 : Antoine Bézos en train de réaliser un prélèvement de plomb sur un des lingots des épaves *Ariane et Andromaque,* 1812 (photo M. Veyrat, dépôt archéologique du DRASSM, SRA, Nantes)



Figure 104 : Pr 149 – lingot marqué LIVERPOOL (Dépôt DRASSM, SRA de Nantes, photosM. Veyrat)

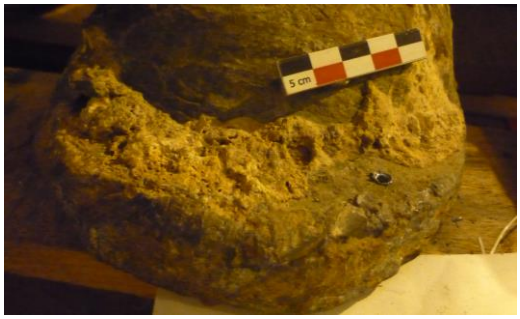


Figure 105 : Pr 171 – lingot de la *Boussole*, prélevé sur son plat-bord faute de pouvoir le déplacer (dépôt du Musée National de la Marine, Paris, photo M. Veyrat)

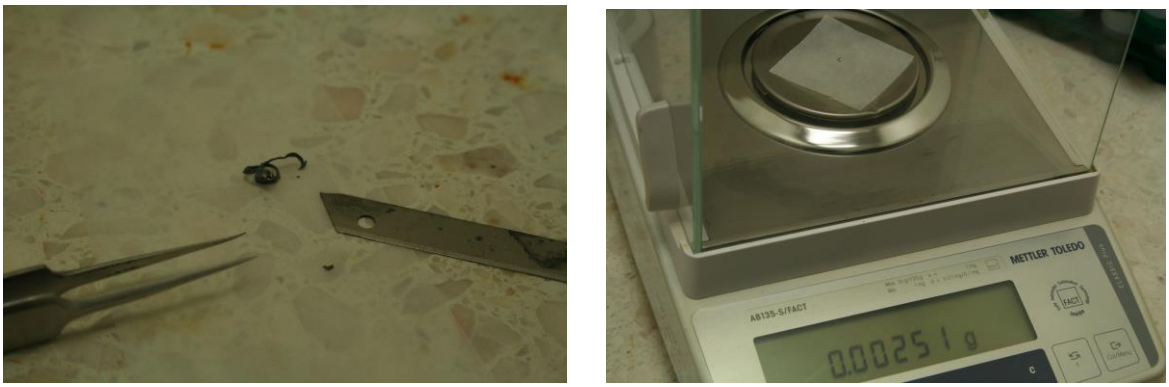


Figure 106 : Découpe et pesée d'échantillon d'environ 2mg de plomb (LPG, université de Nantes, photos M. Veyrat)



Figure 107 : Bécher en Téflon PFA et son capuchon employés pour dissoudre les échantillons de lingots de plomb (LPG, université de Nantes, photo M. Veyrat)

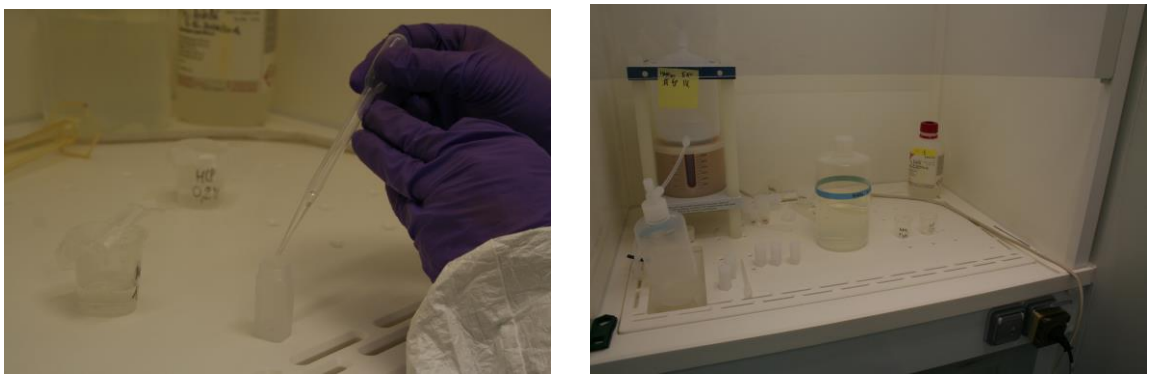


Figure 108 : Mise en solution des prélèvements, sous hotte et avec équipement complet de protection. Emploi d'une pipette pour l'ajout des acides (LPG, université de Nantes, photos M. Veyrat)

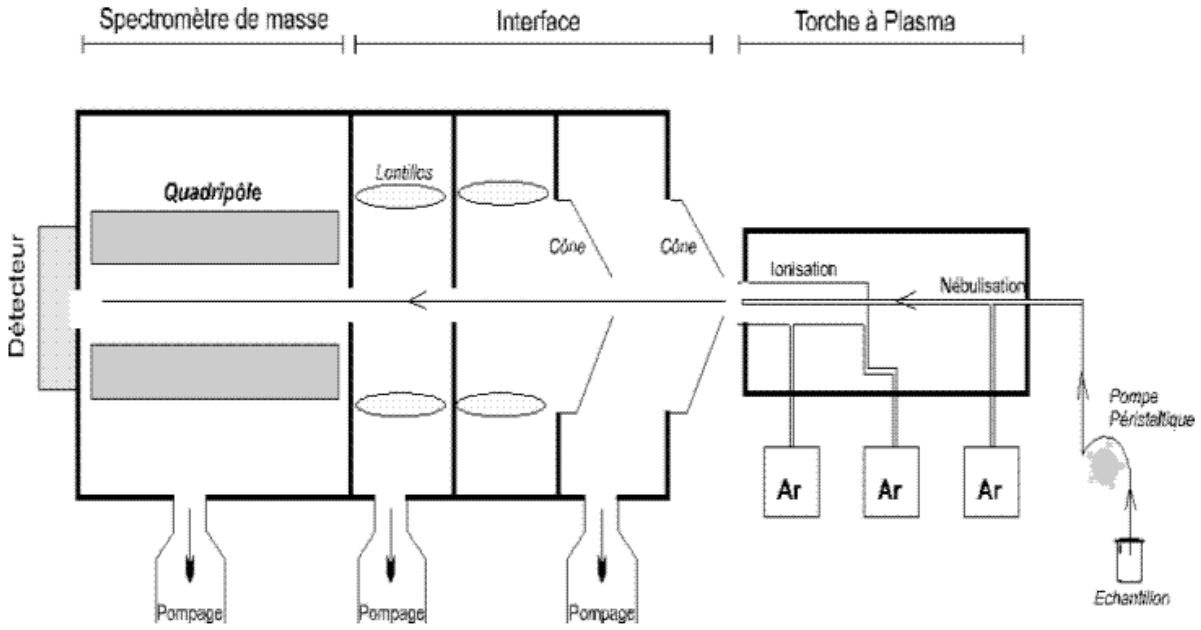




Figure 109 : Schéma de fonctionnement de l'appareil ICP-MS et photo de l'installation de l'appareil au sein du LPG, université de Nantes (Iramis.cea.fr et site web du LPG)

Les éléments recherchés en priorité et détectés par l'appareil ont été les suivants : le cuivre (Cu), l'argent (Ag) qui indiquent la qualité de l'affinage du plomb et de la récupération de l'argent, mais aussi l'étain (Sn), le zinc (Zn) et le bismuth (Bi).

L'antimoine (Sb), le cadmium (Cd), le thallium (Tl), le rhodium (Rh), le nickel (Ni) ont également été mesurés pour augmenter les possibilités de comparaison des compositions des lingots de plomb étudiés.

Le plomb (Pb), présent en très large majorité dans ces lingots de métal brut n'a pas été sélectionné pour cette détection.

3.3.3. Eléments traces

Les concentrations des éléments traces, mesurées par l'appareil ICP-MS sur les éléments chimiques présentés ci-dessus, sont exprimées en partie par million, ou ppm (soit 10^{-6} g/g) puisqu'il s'agit de quantités infimes et elles ont pu être mesurées avec une précision de

3 décimales. La totalité des mesures obtenues lors de la session d'analyse est présentée dans ce texte (TABLEAU 10). En effet, il nous a paru nécessaire de mettre à disposition des lecteurs, l'intégralité des mesures réalisées. De plus, des comparaisons des résultats obtenus lors de chacune de ces sessions ont permis de mettre en évidence des phénomènes chimiques qui auraient pu passer inaperçus comme la concentration suivant la profondeur de l'échantillon ou encore la précision et reproductibilité de nos analyses. Nous y reviendrons.

Le tableau fait donc apparaitre, dans l'ordre de lecture, les éléments suivants : la désignation du lingot analysé, le numéro de son échantillonnage, les numéros des béchers correspondants, puis viennent ensuite les concentrations mesurées pour l'ensemble des éléments chimiques recherchés par l'appareil.

Pour rappel, le numéro d'échantillonnage a été créé d'après le numéro d'isolation porté par le lingot concerné dans la base de données mobilier. Ainsi, le lingot n° 1 des épaves *Ariane et Andromaque* a été inventorié sous le numéro 178 dans la base de données ; son échantillon sera donc intitulé Pr 178 – 1, 2, 3 ou 4 suivant sa profondeur. Une précision supplémentaire, marquée dans ce tableau par la formule « -p » accolée au numéro d'échantillon, permet de distinguer un prélèvement plus profond, réalisé sur un même copeau de plomb. La réalisation de ces prélèvements doublés s'est révélée nécessaire pour estimer si la profondeur pouvait avoir une incidence sur les concentrations des éléments traces.

Il faut également préciser ici que si l'annotation « l. d. » apparait dans ce tableau, cela signifie que l'élément chimique était en trop faible quantité et n'a pu être détecté par l'appareil de mesure puisqu'il s'agit de l'abréviation de « limite de détection ».

			Eléments chimiques mesurés en ppm										
Lingots	Echantillons	N° bécher Trace	Rh	Cu	Sb	Ag	Ni	Cd	Tl	Sn	Bi	Ba	Sr
Arianne et Andromaque (Lingot 1)	178-2	PGE 19	8,69	530,1	202,9	60,2	4,2	1,1	0,187	1,00	0,773	6,7	2
Arianne et Andromaque (Lingot 2)	178-5	PGE 17	8,59	825,2	334,6	55,0	30,0	0,4	0,181	0,92	0,810	73,8	5
Arianne et Andromaque (Lingot 3)	178-8	PGE 12	9,51	450,9	138,7	64,1	5,1	0,1	0,172	0,68	0,724	l. d.	l. d.
Arianne et Andromaque (Lingot 4)	178-11	PGE 6	9,52	462,4	157,2	64,1	4,3	0,4	0,172	0,29	0,733	7,8	l. d.
Arianne et Andromaque (Lingot 4)	178-11 p	PGE 18	8,42	404,1	129,6	61,7	4,4	0,4	0,195	1,03	0,778	47,4	1
Arianne et Andromaque (Lingot 5)	178-15	PGE 16	8,73	493,9	447,2	44,5	7,6	0,4	0,147	0,53	0,895	402	15
Arianne et Andromaque (Lingot 6)	178-18	PGE 11	9,64	795,6	59,1	58,4	5,7	0,1	0,168	0,60	0,750	l. d.	l. d.
la Boussole	171-3	PGE 7	8,66	780,8	101,3	209,2	12,1	0,1	0,147	l. d.	1,960	l. d.	l. d.
la Boussole	172-2	PGE 2	10,01	660,1	59,3	163,0	3,8	0,1	0,974	0,67	3,864	l. d.	l. d.
la Boussole	172-2 p	PGE 15	8,76	636,8	56,9	184,5	4,8	0,2	1,086	1,59	4,624	l. d.	l. d.
la Boussole	173-2	PGE 10	9,38	383,8	22,3	122,8	5,1	0,1	0,141	0,42	1,076	l. d.	1
la Boussole	173-2 p	PGE 14	8,69	387,4	17,4	197,8	4,7	0,1	0,155	0,81	1,180	l. d.	l. d.
la Boussole	174-3	PGE 13	8,64	690,2	22,3	187,5	9,6	0,1	0,217	0,49	1,829	l. d.	l. d.
Grds Cardinaux-Liverpool-Croisic	190-2	T8	8,89	423,4	5,2	42,7	13,0	0,0	0,214	l. d.	3,827	l. d.	l. d.
Grds Cardinaux-Liverpool-SRA Nantes	149-2	T6	8,57	230,6	l. d.	24,6	20,5	l. d.	0,224	l. d.	2,983	l. d.	l. d.
Grds Cardinaux-Liverpool-Musee Marine	187-3	PGE 8	10,08	340,8	l. d.	34,5	5,9	0,0	0,222	0,51	2,326	l. d.	l. d.
Men Garo 1 (Lingot 1)	150-3	T7	8,32	140,7	35,7	52,1	3,6	0,1	0,153	l. d.	0,830	l. d.	0,1
Men Garo 1 (Lingot 1)	150-3 p	PGE 9	9,65	162,3	39,9	57,5	2,8	0,1	0,145	0,77	0,780	l. d.	l. d.
Men Garo 1 (Lingot 2)	175-3	PGE 3	9,73	202,7	529,2	57,0	4,3	1,6	0,107	0,96	0,753	l. d.	l. d.
Men Garo 1 (Lingot 2)	175-3 p	PGE 5	9,66	184,8	441,2	60,5	3,2	1,2	0,100	0,51	0,792	l. d.	l. d.
Men Garo 1 (Lingot 3)	176-4	PGE 1	9,68	99,1	203,7	59,4	3,5	0,1	0,089	0,63	1,052	l. d.	0,4
Cadix-Linares	188-2	T2	9,05	1,70	64,4	175,1	0,2	6,3	0,395	l. d.	81,382	l. d.	l. d.
Cadix-Linares	188-2 p	T1	8,56	1,76	61,5	159,7	l. d.	6,1	0,390	0,31	77,783	l. d.	l. d.

Tableau 10 : Mesures en ppm des éléments traces recherchés dans les lingots sélectionnés par ICP-MS au LPG de l'université de Nantes (Données Antoine Bézos, mise en forme personnelle)

Dès la première lecture, il apparait que les concentrations mesurées présentent une très grande amplitude et ce, même au sein du même élément chimique. Le cuivre en est un parfait exemple. Ainsi, on passe de 852 ppm pour le lingot 2 des épaves *Ariane et Andromaque* à moins de 2 ppm pour celui issu de l'épave du *Cadix*.

L'importance de ces variations peut permettre d'établir des regroupements de lingots se ressemblant dans leur signature géochimique, cependant, toute la question sera ici de savoir si ces concentrations traduisent des différences de composition du minerai initial ou si elles résultent plutôt du processus de fabrication des lingots ? A titre d'exemple, posons-nous la question de savoir si une faible concentration en argent découle de l'emploi d'une galène qui en était presque dépourvue ou si cela traduit plutôt la mise en place d'une opération de désargentation aussi nommée coupellation ? Il est particulièrement difficile d'apporter une réponse tranchée à ces questions sans connaitre préalablement l'origine du minerai et sa composition en éléments traces. En effet, seules ces données de référence pourraient

permettre d'établir précisément le ou les impacts du processus d'élaboration du plomb d'œuvre sur les résultats de ces analyses. Or, à ce jour, très peu de données existent dans la bibliographie scientifique concernant la composition en éléments traces des mines de plomb en activité entre le XVIe et le XIXe siècle. Il serait pertinent à l'avenir, de prélever des échantillons de plomb d'un grand nombre de ces mines pour les analyser et ensuite, tenter de recréer le processus d'élaboration du plomb d'œuvre pour quantifier sa composition finale.

De plus, certaines mines semblent posséder des variations internes plus ou moins importantes, comme le rapporte M. Rivot dans son ouvrage portant sur le *Traitement des minerais métalliques*, rédigé en 1860. On peut en effet y lire le paragraphe suivant : « *La galène contient toujours de l'argent, en proportion très variable, dans les différents filons d'une même localité, et dans les diverses parties d'un même filon* »[276]. L'exploitation des mesures des éléments traces est donc particulièrement délicate et doit être soumise à de nombreuses précautions.

Afin de s'affranchir de la contrainte de ces variations internes, l'étude menée ici a été complétée par une analyse isotopique que nous présenterons ci-après. C'est uniquement de cette manière qu'il est envisageable d'étudier des regroupements traduisant des sources probables de même minerai.

Les concentrations servent donc principalement à révéler des groupes d'artefacts ayant la même composition chimique et au sein d'un même navire, à caractériser ainsi un approvisionnement en plomb unique ou multiple[277]. De plus, malgré ces limites importantes, ces données peuvent nous apporter un éclairage sur le possible processus mis en place pour la fabrication et la coulée des lingots, tout en gardant à l'esprit les limites évoquées ci-dessus. Pour cela, il faut tenter de retracer les évolutions chimiques de la composition interne du plomb, suivant les divers traitements subis au cours de l'élaboration du plomb d'œuvre.

Présentons maintenant les éléments chimiques dont les concentrations peuvent être induites par les choix techniques du travail du plomb.
On sait déjà que la teneur en argent dépend à la fois de la composition de la galène mais aussi de la chaine opératoire puisqu'il peut être presque totalement enlevé du plomb d'œuvre grâce à la coupellation. Il ne sera donc pas possible d'estimer si sa présence ou son absence résulte d'un choix technique ou du minerai de départ.

En ce qui concerne le cuivre par contre, si l'on détaille les informations fournies par le traité de métallurgie de M. Rivot déjà cité, on pourrait estimer que sa teneur résulte uniquement de la composition initiale de la galène. En effet, l'auteur stipule clairement que : « *le cuivre passe avec le plomb dans tous les produits, principaux et secondaires ; comme il n'est pas notablement volatil il se concentre en totalité dans le plomb d'œuvre* »[278]. Ainsi, il apparait

[276] RIVOT 1860, p. 10.
[277] Nous parlons ici du minerai employé pour produire l'équipement en plomb du navire et non du nombre d'artisan impliqué dans cet approvisionnement. Ainsi, si l'emploi d'un métal unique suggère l'existence d'un seul atelier de plomberie, l'inverse n'est pas vrai.
[278] Idem, p. 109.

clairement que le cuivre ne pouvait être éliminé par les plombiers du XIXe siècle. Cependant, aucune information de cette nature n'a été trouvée pour les périodes antérieures (XVIe-XVIIIe siècle) et de plus, certains chercheurs travaillant sur le plomb antique évoquent une situation totalement inverse. A titre d'exemple, dans sa recherche universitaire Amandine Bulmé précise que : « *le décuivrage constitue avec la coupellation, les seuls exemples de raffinage intentionnels chez les Anciens* ». Elle ajoute également que ce décuivrage pouvait se faire via une oxydation du produit en fusion, notamment par un perchage, c'est-à-dire le mélange de la fonte grâce à une perche en bois afin de l'aérer, et ce, depuis le Ve siècle av. J.-C. La situation, entre le XVIe et le XIXe siècle, semble donc peu claire mais comme il est établi que certains plombiers utilisaient bien un bâton de bois pour remuer les bains de plomb, nous pencherions plutôt pour un lien entre la teneur en plomb et la mise en place ou non d'une opération de décuivrage.

Pour le fer, il faut rappeler qu'il fond à une température beaucoup plus élevée que celle du plomb (1538°C). Ainsi, lors de l'étape de l'écumage du plomb d'œuvre, c'est-à-dire le ramassage des impuretés solidifiées en surface, le fer était l'élément chimique principal récupéré. La teneur en fer est donc directement liée au degré de travail du plomb mis en œuvre. Cependant, malgré toutes les précautions prises lors du prélèvement des échantillons, il est tout de même possible que le foret métallique employé ait perturbé les analyses en laissant des traces de fer supplémentaires. C'est pour cette raison qu'il a été choisi de ne pas rechercher cet élément chimique.

Enfin, l'étain est un élément qui peut être considéré comme une trace de la pratique d'un recyclage. En effet, c'est un métal qui était connu des hommes depuis au moins l'Antiquité et qui était donc sélectionné et isolé rapidement afin d'être utilisé indépendamment du plomb. Mais il pouvait également être employé, mélangé à du plomb, pour servir d'alliage de soudure. Aussi, une très grande concentration d'étain dans un lingot pourrait indiquer une refonte de pièces de plomb ayant été soudées.

Cependant, d'autres éléments mesurés ici, reflètent la composition de la galène et apportent ainsi un témoignage indirect des caractéristiques de la mine dont elle provient. Les voici détaillés maintenant.

Le bismuth ne pouvait être ôté par les opérations mises en œuvre au cours de la période étudiée. En effet, son point de fusion est très proche de celui du plomb (271°C) et ainsi, si l'on cherche à faire fondre le plomb pour le travailler, le bismuth sera totalement mélangé au bain créé. Les concentrations vues peuvent donc être reliées aux minerais originaux. Toutefois, un ouvrage moderne, rédigé par Cuzange et Texier en 2000, précise que : « *Les teneurs en bismuth augmentent fortement à partir du XVIIe siècle, deviennent systématiquement élevées au XXe siècle. Sachant que la technologie actuelle de raffinage, permet difficilement d'abaisser le taux de bismuth au-dessous de 80g/t, il devient évident que la faible teneur en bismuth des plombs anciens n'est pas liée aux progrès technologiques de*

la métallurgie des minerais de plomb […] La nette variation dans les teneurs s'explique certainement par un changement dans les lieux d'approvisionnement »[279]. La présence de fortes concentrations en bismuth dans des lingots du XIXe siècle ne pourra donc être imputée au raffinage et témoignera également de la composition minérale de la galène.
Cette modification de la teneur en bismuth ne peut être expliquée par la technique puisqu'aucun changement majeur dans le travail du plomb n'apparait entre la fin du XVIIe siècle et le XXe siècle mais l'une des explications de cette hausse pourrait être l'augmentation progressive de la part du plomb importé d'Espagne, d'Amérique et des nouvelles colonies à partir du XVIIe siècle. Ces nouveaux gisements devaient en effet posséder des caractéristiques chimiques bien différentes des mines européennes exploitées jusqu'alors.

Ensuite, l'antimoine est un élément chimique extrêmement volatil et qui possède une température de fusion largement atteinte lors de la réduction et de la fonte de la galène (630,5°C). Ainsi, la majeur partie disparait et s'évapore au cours de la fonte du plomb. Les teneurs mesurées peuvent donc en partie découler du temps de fonte ou de la température du four, mais elles témoignent principalement de la composition du minerai de départ. On retrouve également de très grandes quantités d'antimoine dans les litharges[280] produites au cours de l'élaboration du plomb d'œuvre.

Le nickel peut quant à lui être aussi relié à la nature du minerai utilisé. En effet, son point de fusion est très élevé (1455°C) et il ne s'oxyde pas facilement. Ainsi, ses quantités au sein du lingot ne dépendent pas du procédé mis en œuvre mais bien de l'origine de la galène utilisée.

Enfin, les éléments suivants, le cadmium, le thallium, le rhodium, le baryum et le strontium sont des éléments plus rarement présents dans les galènes mais nous avons choisi de les mesurer afin d'augmenter les possibilités de comparaison entre les divers échantillons.
De plus, lors du séjour du plomb en milieu marin, une couche d'oxydation se forme sur toute la surface de contact, or cette dernière renferme potentiellement des quantités non négligeable de Ba et Sr d'origine marine. Ainsi, l'observation de différences dans leurs teneurs entre des échantillons plus ou moins profonds sur un même lingot peut mettre en évidence la présence de cette couche oxydée. Cette information nous permettra d'être plus vigilants sur l'interprétation des autres données s'il s'avère que la couche oxydée n'a pu être ôtée totalement, perturbant ainsi la réelle composition chimique du plomb. Si l'on analyse les résultats obtenus ici le constat n'est pas flagrant. En effet, les mesures de Ba et Sr sont soit en tellement faible quantité qu'elles sont indétectables, soit elles apparaissent plus élevées en profondeur qu'en surface. C'est notamment le cas si l'on compare les résultats pour le prélèvement Pr 178-11 et Pr 178-11 p, correspondant au plus profond des deux. Toutefois, du fait du protocole expérimental mis en place ici, il n'est pas impossible que le foret employé ait pu emporter des particules de surface, chargées de Ba et Sr, en même temps que le prélèvement profond.

[279] CUZANGE et TEXIER 2000, p. 48.
[280] Pour rappel la litharge correspond au déchet produit lors de l'élaboration du plomb d'œuvre.

Toutefois, d'une manière générale, il semble évident que des variations importantes dans la concentration des éléments traces existent selon la profondeur de l'échantillon (FIGURE 110).

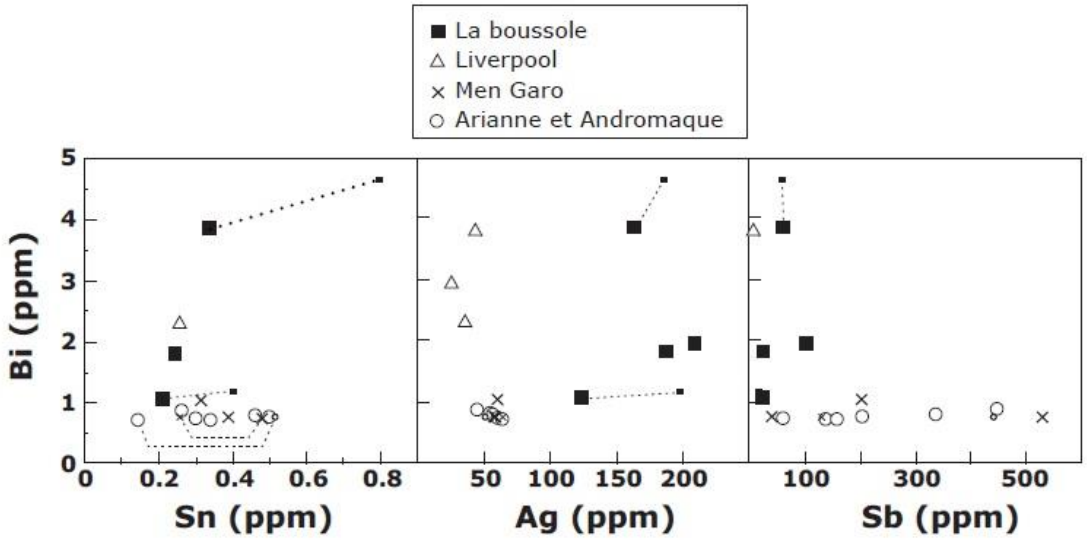


Figure 110 : Diagrammes présentant les rapports entre Bi et Sn, Ag et Sb sur les divers échantillons et notamment les différences suivant la profondeur du prélèvement en pointillés (Données et réalisation Antoine Bézos, LPG, Université de Nantes)

Sur cette figure, les pointillés relient les valeurs des rapports de concentration, exprimés en ppm, entre deux profondeurs différentes, pour un même échantillon. Le symbole le plus important des deux représentant l'élément le moins profond, il semblerait que les concentrations augementent avec la profondeur du prélèvement.

Lors de la coulée du plomb en fusion, ces éléments chimiques moins denses que le plomb, « remontent » dans le mélange encore liquide, à des vitesses variant suivant leur densité respective. Ainsi, au moment de la solidification du métal, ils n'auront pas parcouru la même distance chacun. Rappelons ici que la coulée s'effectue avec la base plane du lingot à l'air libre, vers le haut, tandis que le « sommet » du lingot est quant à lui au fond du moule, orienté vers le bas.
La chercheuse Sandrine Baron a mené une étude spécifiquement sur ce phénomène au sein de lingots de plomb antiques, qu'elle nomme « phénomène de ségrégation ». Dans cette étude, elle a pu établir que les teneurs étaient plus élevées en profondeur dans le lingot, soit en remontant vers sa base puisqu'elle a prélevé depuis le sommet vers la base[281]. Toutefois, elle précise également que la base, se trouvant en réalité en contact avec l'air lors de la coulée, se solidifie sur une certaine épaisseur, plus rapidement que le reste du saumon encore liquide et

[281] BARON 2000, p. 36.

par conséquent, qu'en son sein, les éléments traces n'ont presque pas le temps de migrer. Ainsi, elle explique que les teneurs en impuretés augmentent progressivement depuis le sommet vers la base du lingot, mais qu'on assiste à des teneurs beaucoup moins élevées dans la couche formant la base elle-même.
Nos prélèvements ayant été faits, dans la quasi-totalité, à partir de la base plane des lingots, il semblerait logique de retrouver les plus fortes teneurs le plus en surface puisqu'il s'agit de la partie la plus haute lors de la coulée. Or, nos résultats semblent illustrer le contraire. Nous pouvons donc imaginer ne pas avoir foré assez profondément pour dépasser l'épaisseur spécifique mentionnée par Sandrine Baron, ce qui expliquerait nos résultats inversés.

Il faut enfin ajouter que ce phénomène ne s'applique pas sur des objets fins comme les feuilles de plomb par exemple. La comparaison de leurs compositions respectives pourrait donc être beaucoup plus aisée que celle menée dans cette thèse sur les lingots.

Ainsi, malgré l'ensemble des limites que nous nous devions d'exposer pour satisfaire à la rigueur scientifique, un certains nombres de regroupements peuvent être créés en observant le tableau présenté ci-dessus (TABELAU 10). Trois grands groupes semblent apparaitre, qui seront d'ailleurs confirmés par la répartition de leurs isotopes respectifs, comme nous le verrons plus loin.

- GROUPE 1 : le lingot marqué Linares provenant du *Cadix*, 1875, numéro Pr 188 (en bleu turquoise).

Ce lingot est très éloigné des autres sur la quasi-totalité des concentrations en éléments traces. Il est tout d'abord particulièrement peu désargenté puisqu'il possède en moyenne 167,4 ppm d'argent. Les seuls autres lingots possédant autant d'argent sont ceux de la *Boussole* mais nous y reviendrons. Ce métal étant si précieux pour les hommes, il est surprenant de le retrouver en quantités aussi élevées. Est-ce le choix d'exporter des lingots riches en argent pour qu'ils soient retravaillés ultérieurement qui a présidé ici ou bien est-ce plutôt le résultat de techniques de mise en forme des lingots qui s'avéraient différentes en Espagne ? Nous pouvons en effet être quasiment certains de la provenance de ce lingot puisqu'il porte une inscription sur sa face supérieure : « F. DE LA CRUZ LINARES » faisant directement référence aux mines de plomb espagnoles nommées Linarès de la Sierra Morena. Or, du point de vue géologique, certains massifs espagnols, tels que celui de la Sierra Morena, sont très différents du reste des sols européens. Ainsi ce lingot est le seul à présenter aussi peu de cuivre, de nickel et d'étain. Les quantités de ces trois métaux sont presque indétectables tant elles sont faibles : 1,73, 0,1 et 0,2 ppm en moyenne. Enfin, les quantités de cadmium et de bismuth sont particulièrement élevées : 6,2 et 79,6 ppm respectivement. Or, comme nous l'avons vu, le bismuth s'évapore très vite lors de la chauffe du lingot et de son affinage. Cette teneur élevée pourrait donc signifier que la matière première extraite a pu être coulée sans subir aucun affinage ce qui expliquerait du même coup, la présence d'une si grande quantité d'argent.

- GROUPE 2 : les lingots découverts sur la *Boussole*, 1788, Pr 171 à 174 et ceux marqués Liverpool, non datés, provenant du site des Grands Cardinaux, numéros Pr 149, 187 et 190 (en rouge).

Ce groupe de 7 lingots est le plus hétérogène, cependant il a été décidé de le regrouper d'après les valeurs de bismuth comprises entre 1,1 et 4,6 ppm (2,6 ppm en moyenne) et celles du nickel variant entre 3,8 et 20,5 ppm (8,8 ppm en moyenne). Si ces valeurs paraissent variables, elles sont toutefois suffisamment différentes des autres lingots pour pouvoir les considérer comme un marqueur de regroupement. En effet, les valeurs de bismuth du groupe 1 sont beaucoup plus élevées comme nous l'avons vu, et celles du groupe 3 sont quasiment négligeables puisqu'elles sont toutes inférieures à 1 ppm. En ce qui concerne le nickel, les concentrations du groupe 1 sont cette fois presque absentes tandis que celles du groupe 3 valent en moyenne 6,6 ppm.

Toutefois, d'importantes variations de concentrations en éléments traces apparaissent au sein de ce groupe, laissant peut être entrevoir des sous unités. C'est notamment le cas de l'argent, très présent dans les lingots de la *Boussole* mais en quantités infimes dans ceux marqués Liverpool : 122 à 209 ppm contre 24 à 42 ppm. Or, on sait qu'il était très important économiquement de récupérer un maximum d'argent avant de vendre les lingots de plomb d'œuvre. C'est pourquoi il est si étonnant de constater que l'ensemble des lingots chargés sur la *Boussole*, 1788, soient si peu désargentés. Il pourrait donc s'agir d'un choix, délaissant délibérément l'étape de coupellation du plomb si celle-ci n'apportait pas un rendement suffisant. Cependant, comme l'ensemble de ces lingots présente à peu près la même quantité de bismuth, indissociable du plomb, cela confirmerait une origine commune du minerai et ainsi, les variations importantes des teneurs en argent semblent incongrues. Pour les expliquer seule une hypothèse peut être envisagée : que la mine d'origine elle-même ait présenté ces variations internes en argent.

- GROUPE 3 : les lingots de Men Garo 1, Pr 150, 175 et 176, et ceux issus des épaves *Ariane et Andromaque*, 1812, numéros Pr 178 (en orange).

Il s'agit du groupe qui compte le plus grand nombre de lingots puisque 9 d'entre eux peuvent y être intégrés. Nous nous sommes basés pour créer ce groupe sur l'homogénéité des teneurs en argent, en nickel et en bismuth : 57,9 ppm, 6,6 ppm en moyenne pour les deux premières et inférieure à 1 ppm pour le bismuth. Si cet ensemble est donc beaucoup plus homogène que le groupe 2, une différence notable est tout de même à prendre en compte. En effet, lorsque l'on observe les teneurs en cuivre des divers lingots de ce groupe, on constate que les lingots issus des épaves *Ariane et Andromaque* sont presque une à deux fois plus cuivrés que ceux issus du site de Men Garo 1 ce qui suggère deux minerais différents ou un potentiel décuivrage. Il faudra garder cette distinction en tête lorsque l'on observera leurs provenances grâce aux résultats des analyses isotopiques.

3.3.4. Isotopes du plomb

Une fois les éléments traces analysés, il a été possible de récupérer le reste des solutions préparées afin de les envoyer au laboratoire de l'IFREMER pour analyser les rapports isotopiques du plomb.

Il faut savoir en effet, que la matière est créée par l'imbrication et la liaison d'éléments chimiques les uns dans les autres et que sa plus petite unité est l'atome[282] (FIGURE 111).

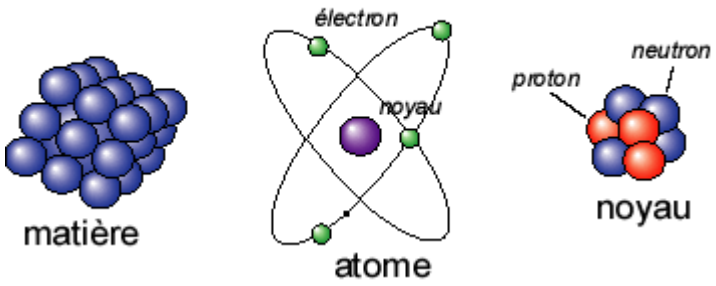


Figure 111 : Schéma de la décomposition de la matière jusqu'à sa plus petite unité, à savoir l'atome et présentation de son noyau (acro.eu.org)

Chaque élément chimique se différencie et est défini par le nombre de nucléons, c'est-à-dire de protons et de neutrons constituant son noyau. Dans le cas où le nombre de protons est semblable mais que la quantité de neutrons varie, on parle alors d'isotopes d'un même élément chimique[283]. De plus, la masse d'un élément chimique étant concentrée à près de 99,9% dans son noyau, il est possible d'établir que les isotopes d'un même élément chimique possèderont donc des masses diverses. Cet état fait qu'ils sont par conséquent identifiables les uns des autres.

Le plomb possède quatre isotopes qui nous intéressent ici. Trois d'entre eux sont liés à la décroissance radioactive de l'uranium ^{238}U, ^{235}U et du thorium ^{232}Th, donnant respectivement le ^{206}Pb, ^{207}Pb et ^{208}Pb au fil du temps. Le dernier isotope, le ^{204}Pb, est un isotope stable, signifiant qu'il ne provient d'aucune décomposition radioactive ; il était donc présent à l'état naturel dès la formation de la Terre. Les résultats des mesures isotopiques du plomb sont le plus souvent présentés sous la forme de rapports isotopiques, tels que $^{206}Pb/^{204}Pb$, $^{207}Pb/^{204}Pb$, $^{208}Pb/^{204}Pb$ ou $^{208}Pb/^{206}Pb$ et $^{207}Pb/^{206}Pb$.

Ainsi, selon sa date de formation et ses caractéristiques géologiques, un sol aura une composition chimique unique et différente des autres zones géographiques. Le minerai de plomb qui en sera extrait possèdera donc une signature isotopique unique, permettant potentiellement l'identification de son lieu d'origine.

[282] L'atome est donc constitué par son noyau et des particules, nommées électrons, qui gravitent autour. Elles sont de charge négative. Le noyau quant à lui est composé de protons, particules chargées positivement, et de neutrons, qui comme leur nom l'indiquent, sont neutres. L'ensemble de la charge positive du noyau est compensée par la charge négative des électrons.

[283] Pour distinguer ces isotopes, le symbole de l'élément chimique concerné sera précédé d'un chiffre placé en exposant, qui indique le nombre de neutrons contenus dans le noyau.

Comme nous l'avons vu, l'analyse des éléments traces présents dans le mobilier étudié n'est pas évidente et peut être sujette à de nombreux biais d'interprétation, tels qu'une pollution lors du prélèvement, la présence d'une couche oxydée à la surface de l'objet, le phénomène de répartition différentielles des divers éléments traces suivant leur densité, ou encore une modification de la composition du minerai au cours du processus de travail du plomb. Il faut donc se tourner vers l'analyse des rapports isotopiques du plomb pour tenter de retracer l'origine du lingot puisqu'ils dépendent uniquement des caractéristiques de la roche mère et non pas du processus de fabrication ou de conservation de l'objet. Une fois la galène extraite de la mine, elle conservera sa composition isotopique quels que soient les procédés techniques mis en œuvre ultérieurement.

Il est donc possible, d'après l'étude des proportions respectives de chaque isotope au sein du lingot prélevé, de restituer, sous la forme de probabilités, sa zone géologique d'origine. Cependant, il faut pour cela être en mesure de comparer directement les mesures réalisées dans les lingots de plomb avec l'ensemble des données isotopiques des mines de plomb, en exploitation à l'époque concernée. Or, à ce jour, toutes les mines de plomb pour l'époque moderne n'ont pas encore été identifiées ou analysées chimiquement et celles qui l'ont été n'ont pas systématiquement fait l'objet de publications. L'une des rares publications scientifiques sur laquelle nous avons pu baser nos recherches est l'étude menée par Delile sur le plomb dans les conduites d'eau de Rome[284], cependant son objet de recherche porte sur du plomb antique. La méthodologie mise en place dans cette étude nous a donc été particulièrement précieuse, cependant les données des minerais de plomb utilisés comme comparaison de provenance sont à prendre avec grande prudence s'il n'est pas attesté que les mines soient restées en activité. L'université d'Oxford, sous l'égide du professeur Noël Harold Gale, a mené un recensement d'un grand nombre des données isotopiques de mines de plomb ayant été analysées, toutes périodes confondues. Cette base de données de référence, nommée OXALID pour l'acronyme d'Oxford Archaeological Lead Isotope Database, a été mise en ligne afin d'être exploitable par tous[285] et elle a vocation à être complétée régulièrement par les analyses récemment conduites. Toutefois, malgré la richesse de ce travail, certaines zones géographiques comme les mines françaises ou américaines par exemple, ne sont encore que très peu représentées, faute de programme de recherche y ayant été mené.

Ainsi, sauf concordance parfaite, il est en général plus précis scientifiquement d'exclure des zones de provenance potentielle, à cause d'un trop grand éloignement des mesures isotopiques, que de pouvoir déterminer l'origine exacte du minerai étudié. Toutefois, si cela est possible, une ou des hypothèses concernant l'origine du métal seront ici émises afin de servir de base à des réflexions futures.

De plus, il faudra garder en tête que les lingots de plomb ont pu être réalisés à partir de différents minerais mélangés, ne provenant peut être pas forcément de la même mine de départ. Il est donc particulièrement important de rester prudent sur les rapprochements isotopiques que l'on pourra mettre en évidence.

[284] DELILE *et al.* 2014, 111 : 18, p. 6594 – 6599.

[285] Cette base de données de référence peut être consultée sur le site : http://oxalid.arch.ox.ac.uk/

Méthodologiquement les échantillons, sous forme de solutions, ont été mis de côté pour être analysés par l'appareil Neptune de l'IFREMER de Brest. Celui-ci est un « *Multiple Collector Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* », soit un MC-ICP-MS, permettant de quantifier les différents isotopes du plomb présents dans les solutions. Cet appareil possède une très grande précision puisque l'incertitude des mesures réalisées est d'environ 0.005% d'après le site internet de l'IFREMER[286]. Le détail du fonctionnement de cet appareil est également précisé sur ce site. Les résultats ont été normalisés au NIST-981.

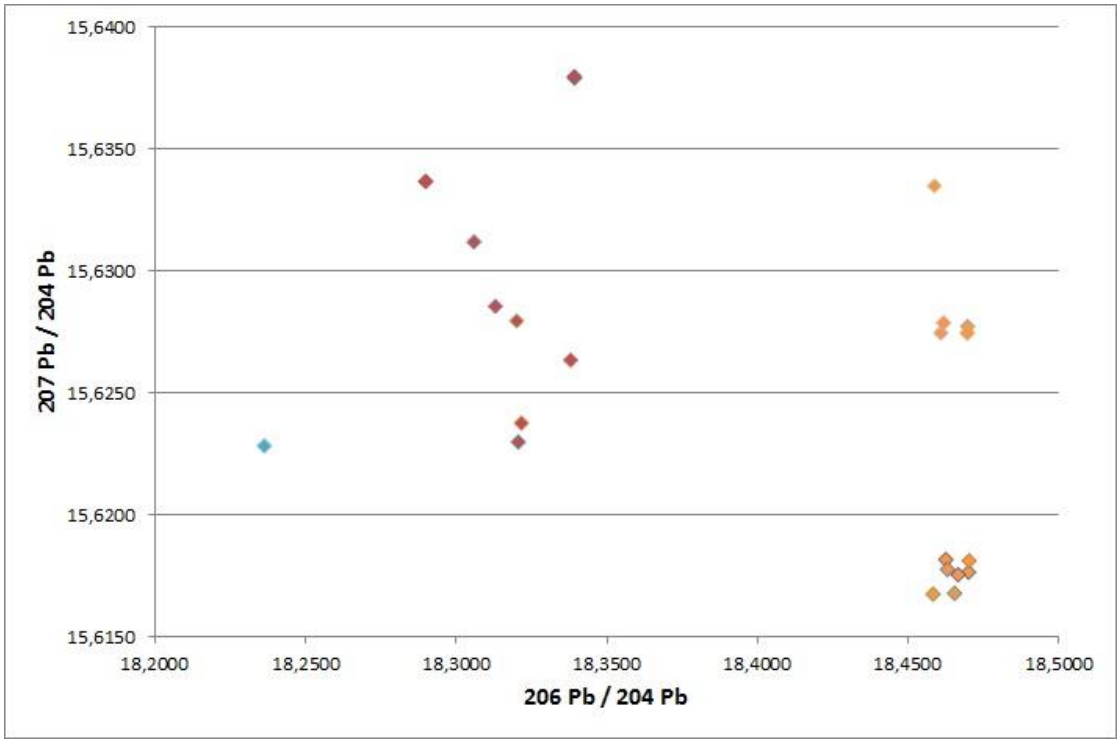
Les résultats des mesures faites par l'appareil sont présentés dans un tableau sous la forme de ratios avec comme dénominateur commun l'isotope 204 puis l'isotope 206 (TABLEAU 11). La colonne nommée « 2se » du tableau, abréviation du terme « 2 * écartype », présente la valeur de la marge d'erreur calculée pour chaque mesure. Nous reviendrons plus loin sur la définition des trois dernières colonnes, à savoir l'âge modèle et les rapports k et m.

[286] http://wwz.ifremer.fr/neptune/Description

Lingots	Echantillons	N° bécher Isotope	206Pb/ 204Pb	2se	207Pb/ 204Pb	2se	208Pb/ 204Pb	2se	207Pb/ 206Pb	208Pb/ 206Pb	Âges modèles (Ma)	k	m
Arianne et Andromaque (Lingot 1)	178-2	PGE 19	18,4700	0,0007	15,6176	0,0007	38,481	0,002	0,8456	2,0834	186	3,899	9,663
Arianne et Andromaque (Lingot 2)	178-5	PGE 15	18,4625	0,0006	15,6182	0,0006	38,475	0,002	0,8459	2,0839	192	3,900	9,665
Arianne et Andromaque (Lingot 3)	178-8	T1	18,4583	0,0005	15,6167	0,0005	38,467	0,002	0,8461	2,0840	193	3,899	9,662
Arianne et Andromaque (Lingot 4)	178-11	T6	18,4666	0,0007	15,6175	0,0008	38,477	0,002	0,8457	2,0836	188	3,899	9,663
Arianne et Andromaque (Lingot 4)	178-11 p	T7	18,4654	0,0006	15,6168	0,0006	38,474	0,002	0,8457	2,0836	188	3,898	9,662
Arianne et Andromaque (Lingot 5)	178-15	T2	18,4702	0,0005	15,6181	0,0005	38,482	0,002	0,8456	2,0835	186	3,899	9,664
Arianne et Andromaque (Lingot 6)	178-18	T8	18,4631	0,0005	15,6178	0,0005	38,474	0,002	0,8459	2,0838	191	3,899	9,664
la Boussole	171-3	PGE 16	18,2898	0,0006	15,6337	0,0007	38,347	0,002	0,8548	2,0966	331	3,941	9,711
la Boussole	172-2	PGE 17	18,3393	0,0006	15,6379	0,0006	38,415	0,002	0,8527	2,0947	301	3,945	9,713
la Boussole	172-2p	PGE 12	18,3392	0,0005	15,6380	0,0006	38,415	0,002	0,8527	2,0947	301	3,945	9,714
la Boussole	173-2	PGE 18	18,3206	0,0006	15,6230	0,0007	38,346	0,002	0,8528	2,0930	298	3,922	9,688
la Boussole	173-2 p	PGE 13	18,3216	0,0007	15,6238	0,0007	38,347	0,002	0,8528	2,0930	298	3,922	9,689
la Boussole	174-3	PGE 14	18,3058	0,0006	15,6312	0,0007	38,358	0,002	0,8539	2,0954	317	3,937	9,705
Grds Cardinaux-Liverpool-Croisic	190-2	PGE 1	18,3380	0,0007	15,6263	0,0007	38,370	0,002	0,8521	2,0924	289	3,923	9,692
Grds Cardinaux-Liverpool-SRA Nantes	149-2	PGE 6	18,3200	0,0007	15,6280	0,0008	38,362	0,002	0,8531	2,0940	304	3,930	9,697
Grds Cardinaux-Liverpool-Musee Marine	187-3	PGE 11	18,3130	0,0005	15,6285	0,0005	38,364	0,001	0,8534	2,0949	309	3,935	9,699
Men Garo 1 (Lingot 1)	150-3	PGE 3	18,4697	0,0005	15,6277	0,0005	38,433	0,002	0,8461	2,0809	198	3,880	9,681
Men Garo 1 (Lingot 1)	150-3 p	PGE 5	18,4696	0,0007	15,6275	0,0007	38,433	0,002	0,8461	2,0809	198	3,880	9,681
Men Garo 1 (Lingot 2)	175-3	PGE 9	18,4609	0,0006	15,6275	0,0006	38,426	0,002	0,8465	2,0815	204	3,882	9,682
Men Garo 1 (Lingot 2)	175-4	PGE 10	18,4618	0,0005	15,6279	0,0005	38,428	0,002	0,8465	2,0815	204	3,882	9,682
Men Garo 1 (Lingot 3)	176-4	PGE 8	18,4587	0,0005	15,6335	0,0006	38,439	0,002	0,8469	2,0824	212	3,890	9,693
Cadix-Linares	188-2	PGE 2	18,2363	0,0007	15,6228	0,0007	38,393	0,002	0,8567	2,1053	356	3,989	9,697
Cadix-Linares	188-2 p	PGE 7	18,2362	0,0006	15,6228	0,0007	38,393	0,002	0,8567	2,1053	356	3,989	9,697

Tableau 11 : Tableau présentant les rapports isotopiques du plomb mesurés dans les échantillons prélevés sur les lingots sélectionnés (Données IFREMER Brest, mise en forme personnelle)

Ces rapports isotopiques ont également été présentés sous forme de diagrammes afin de visualiser d'éventuels regroupements, synonymes d'origine commune possible (FIGURE 112).



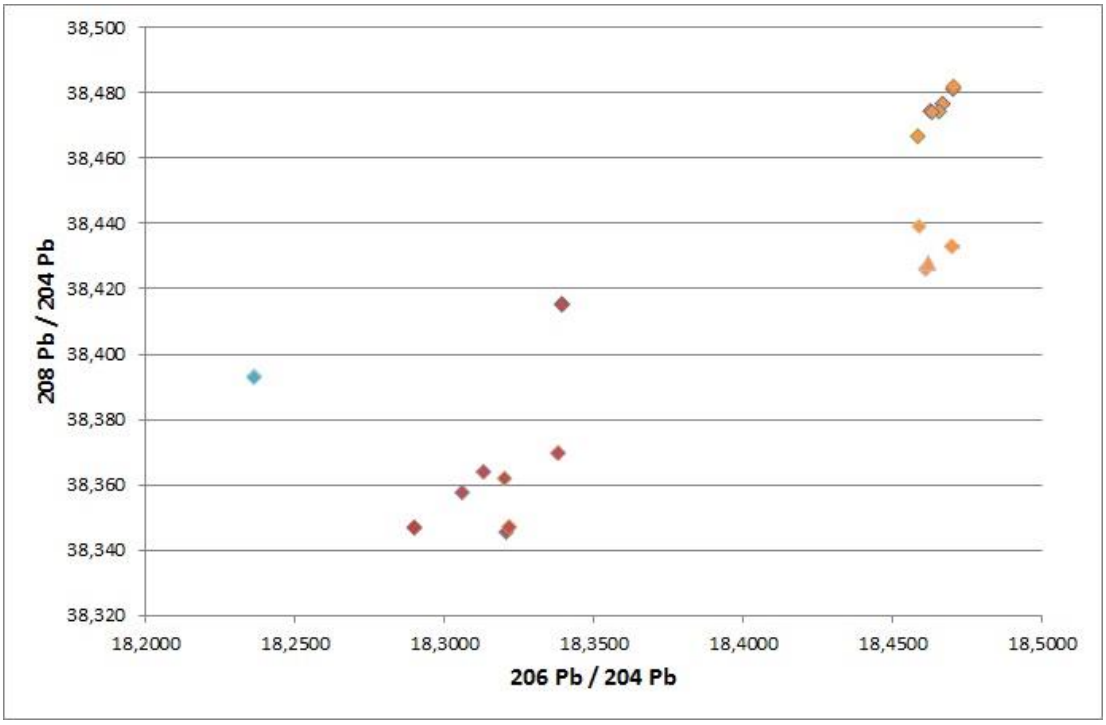


Figure 112 : Graphiques présentant la répartition des mesures isotopiques effectuées sur les lingots sélectionnés. Apparaissent en bleu le groupe 1 avec le lingot du *Cadix*, en rouge le groupe 2 contenant les lingots de la *Boussole* et des Grands Cardinaux et enfin en orange le groupe 3 avec les lingots issus du site de Men Garo 1 et des épaves *Ariane et Andromaque* (données Emmanuel Ponzeverra, IFREMER, Brest, graphiques personnels)

En utilisant le même code couleur que celui employé pour distinnguer les trois groupes identifiés grâce aux éléments traces, on remarque qu'ils correspondent parfaitement aux trois amas de points visibles sur ces graphiques.

Ces valeurs ont ensuite été confrontées aux données isotopiques provenant du minerai brut, soit des galènes, afin de voir si elles se recoupent ou non et ainsi, tenter de retracer l'origine de ces trois groupes de lingots. Comme nous l'avons évoqué, la majorité des mesures isotopiques de mines de plomb utilisées dans ces comparaisons ont été récupérées à partir de la base OXALID.
Toutefois, il faut signaler que cette base est tributaire des études publiées, or, comme nous l'avions signalé, un grand nombre d'entre elles ne portent que sur les mines antiques de plomb argentifères. Ainsi, si des rapprochements peuvent être faits avec certains des lingots étudiés, il faudra évaluer si ces mines antiques pouvaient toujours être en activité à ce moment-là.

De plus, certaines régions, du fait d'un plus grand nombre de recherches menées sur leur territoire, sont mieux connues, fournissant d'importantes quantités de mesures, tandis que d'autres, à l'instar de la France, de l'Espagne, ou de l'Amérique, le sont beaucoup moins. La région pour laquelle les données sont les plus nombreuses est la Grande Bretagne, ce qui nous intéresse grandement puisque d'après les sources documentaires, une très large majorité du plomb brut utilisé en France en était importé, du moins jusqu'au XIXe siècle. Ce travail de recherche devra donc être revu et réinterprété au besoin, suivant l'adéquation avec les nouvelles données qui viendront s'ajouter par la suite, principalement pour les zones encore méconnues.

Enfin, il est à déplorer que les données inventoriées dans OXALID aient été localisées uniquement par leur nom et non par géo-référencement. En effet, ce positionnement géographique est particulièrement précieux pour replacer précisément ces mesures chimiques au sein de l'espace terrestre.

Détaillons maintenant les résultats de ces analyses ainsi que les interprétations qui ont pu en être extraites à ce stade de la recherche.
On constate tout d'abord que les trois groupes repérés grâce aux éléments traces se retrouvent également dans ces rapports isotopiques (TABLEAU 11). Cela s'observe particulièrement bien sur les graphiques présentés ci-avant (FIGURE 112) puisque le nuage de point est éclaté en trois zones distinctes.

Le lingot marqué Linarès du groupe 1 apparait toujours isolé tandis que les données du groupe 2 ressortent assez groupées, et ce quel que soit le rapport isotopique observé. Enfin, le groupe 3 présente quant à lui des rapports Pb^{206}/Pb^{204} particulièrement homogène mais est scindé en deux blocs distincts si l'on intègre les autres rapports isotopiques, notamment pour le plomb Pb^{208}. Il pourrait donc s'agir ici de la confirmation d'une distinction de provenance au sein de ce groupe, entre les lingots de Men Garo (deux fois plus cuivrés rappelons-le) et ceux des

épaves *Ariane et Andromaque.* Toutefois, le plomb 208 étant le seul à dériver du ^{232}thorium et non de l'uranium, une provenance commune peut tout de même être envisagée, si la mine exploitée présentait des variations de thorium dans son gisement.

Il faut également ajouter que lorsque l'on observe dans le groupe 2, uniquement les lingots provenant de la *Boussol*e, on constate des variations isotopiques internes relativement importantes. Ces différences, au sein de cette cargaison unique, se sont d'ailleurs déjà vues lors de l'analyse des éléments traces. On peut y voir l'indication d'une pratique de mélange de minerais, provenant soit de gisements proches les uns des autres mais ne possédant pas tout à fait la même signature, soit de métaux importés de diverses régions. Nous ne pouvons statuer sur cette question sans avoir intégré ces données, sur le même graphique que les mesures isotopiques des galènes.

La superposition des données des galènes sur celles issues des lingots prélevés peut dont permettre d'établir des corrélations et ainsi, de pouvoir déterminer des zones possibles de provenance.

Cependant, les rapports isotopiques du plomb peuvent être exploités encore plus largement pour préciser le lien entre le minerai d'origine et l'artefact analysé. Il s'agit d'utiliser la notion de décroissance radioactive afin de calculer, à partir de la composition actuelle du plomb, le temps écoulé depuis la formation de la roche mère. On nomme cet âge : âge modèle et on le symbolise ici par la lettre T.
Comme nous l'avons déjà mentionné, l'isotope du plomb Pb^{204} est stable dans le temps. Les trois autres isotopes, à savoir Pb^{206}, Pb^{207} et Pb^{208}, voient leur proportion respective augmenter au fil du temps puisque les isotopes pères présents initialement dans la roche, c'est-à-dire Th^{232}, U^{235} et U^{238}, se décomposent peu à peu en plomb. Ces décompositions interviennent de manière régulière dans le temps, suivant des rythmes que l'on nomme « demi-vie ». Il existe donc bien un lien direct entre les proportions respectives de ces isotopes et l'âge auquel s'est formée la roche mère[287].

Plusieurs géologues se sont lancés dans cette voie, notamment Albarède et Desaulty qui publient un article en 2012 dans la revue *Archaeometry*[288], dans lequel ils expliquent comment, à partir de l'analyse des proportions des quatre isotopes du plomb au sein d'un échantillon, il est possible grâce à un modèle mathématique qu'ils ont établi, de calculer l'âge modèle (T), exprimé en millions d'années (Ma), auquel s'est formé le minerai de galène d'où provient cet échantillon. Leurs formules permettent également de calculer les rapports kapa (k = Th/U), et mu (m = U/Pb), initialement présents dans la roche mère.

Le principe régissant ce modèle est le suivant : une zone géologique spécifique possède initialement une certaine proportion d'uranium et de thorium qui se décomposent peu à peu en

[287] Le chercheur Albarède et ses collègues donnent ces temps de demi-vie pour chacun de ces trois isotopes dans leur introduction, ALBAREDE *et al*. 2012, p. 853.
[288] ALBAREDE, DESAULTY, BLICHERT-TOFT 2012, p. 853-857.

plomb 206, 207 et 208. Cette situation se fige lorsqu'un fluide passe par cette roche et provoque la création des galènes de plomb à un temps t. Ainsi, à partir de ce moment t, la quantité respective des différents isotopes de plomb formés restera ensuite immuable et dépendra bien directement des caractéristiques du contexte géologique local. On peut donc remonter, selon le modèle mathématique développé dans l'étude d'Albarède précédemment citée (Annexe 8), à l'âge auquel s'est créée la galène mais aussi au rapport k qui était initialement présent dans la zone géologique de provenance d'origine.

L'âge modèle permet notamment d'identifier très rapidement l'âge tectonique du minerai d'origine, puisque par exemple, les Alpes autour de la Méditerranée sont très jeunes (<90 Ma) tandis que la façade européenne atlantique est beaucoup plus ancienne (Hercynien, environ 300 Ma) (FIGURE 113). Ce premier paramètre permet donc de cibler aisément la ou les zone(s) d'origine possible de l'échantillon de plomb étudié. Puis, les valeurs des rapports k et m permettent d'affiner cette localisation géographique puisque chaque région à sa propre combinaison d'uranium et de thorium.

Ainsi, contrairement aux éléments traces, sujets à de nombreuses variations lors des processus de travail du plomb et notamment des mélanges possibles de métaux, l'utilisation des isotopes du plomb, via ces trois paramètres, pour déterminer l'origine potentielle d'un échantillon est bien plus sûre puisque ces derniers ne dépendent que de l'histoire géologique du lieu dont ils proviennent. Il s'agit d'une méthodologie relativement récente en archéométrie, mais elle est encore plus novatrice pour l'archéologie car à l'heure actuelle, elle n'a été que très peu appliquée à l'étude de mobilier archéologique. A titre d'exemple des applications qui peuvent être faites de cette méthodologie, il faut citer ici l'étude menée par Delile *et al*. (2014) sur l'eau de Rome pendant l'antiquité et le Haut Moyen Age, notamment pour sa teneur en plomb induite par le système d'adduction[289].

Pour cette recherche, un programme a été réalisé par Antoine Bézos du LPG, permettant de calculer les âges modèles, le rapport k et le rapport m, pour l'ensemble des lingots analysés. Ces données apparaissent dans le tableau présenté plus haut (TABLEAU 11).

Cette technique d'analyse a également été étendue aux données issues de la base Oxalid afin de connaître les âges respectifs de chaque zone géographiques citées dans la base[290]. Ces âges modèles peuvent ensuite être visualisés sur une carte, grâce à une échelle de couleur variant selon la datation calculée (FIGURE 113).

[289] DELILE *et al*. 2014, 111 :18, p. 6594-6599.

[290] Ce tableau de données étant trop important, il n'a pas été joint à cette thèse mais pourra être communiqué à tous ceux qui en feront la demande.

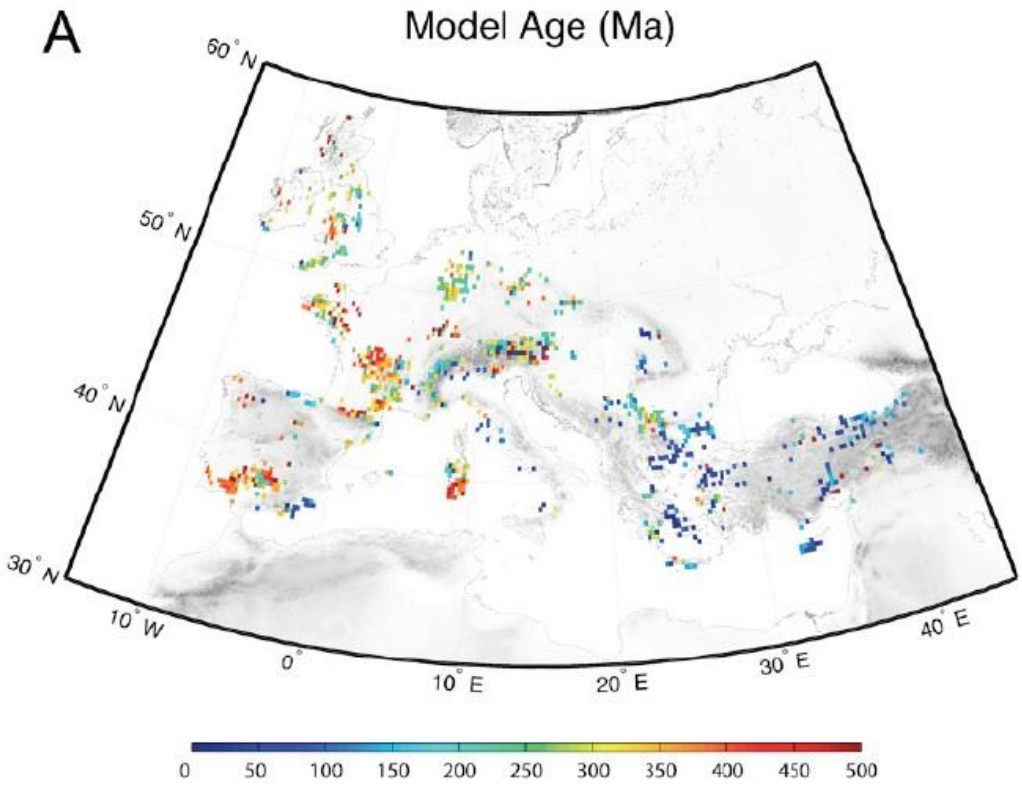


Figure 113 : Carte des âges modèles de galènes et de mines européennes (Delile *et al.*, 2014 fig. S4, p. 4)

Cette carte ne résulte pas d'une production personnelle mais a été extraite d'un article d'Hugo Delile, autre scientifique travaillant aux côtés d'Albarède et de Blichert-Toft déjà mentionnés sur cette méthode de datation[291]. Sur l'ensemble du continent européen présenté ici, une ligne de fracture se dessine immédiatement, séparant l'ouest généralement plus âgé (entre 250 et 450 millions d'année en majorité), de l'est, relativement jeune (autour de 50 millions d'années en moyenne). Toutefois, quelques exceptions locales, que ce soit à l'est ou à l'ouest existent et sont à noter. Le sud-est de l'Espagne par exemple, apparait comme étant beaucoup plus jeune que le reste de l'Europe. Il sera donc facile de distinguer les lingots provenant de cette région. A l'inverse, on note des variations internes assez importantes suivant les régions concernées en France et en Angleterre. L'auteur de cette carte, Hugo Delile, spécifie d'ailleurs dans son article qu'en Europe, les segments de la croûte des Alpes (30-120 Ma) contrastent avec l'Hercynien (240 Ma et plus) et le Paléozoïque supérieur (supérieur à 450 Ma). Il faudra donc tenir compte du rapport k (FIGURE 114) mais aussi du contexte et des caractéristiques archéologiques (marques, nationalité navires etc…) pour distinguer des origines possibles dans ces régions.

[291] Cf supra

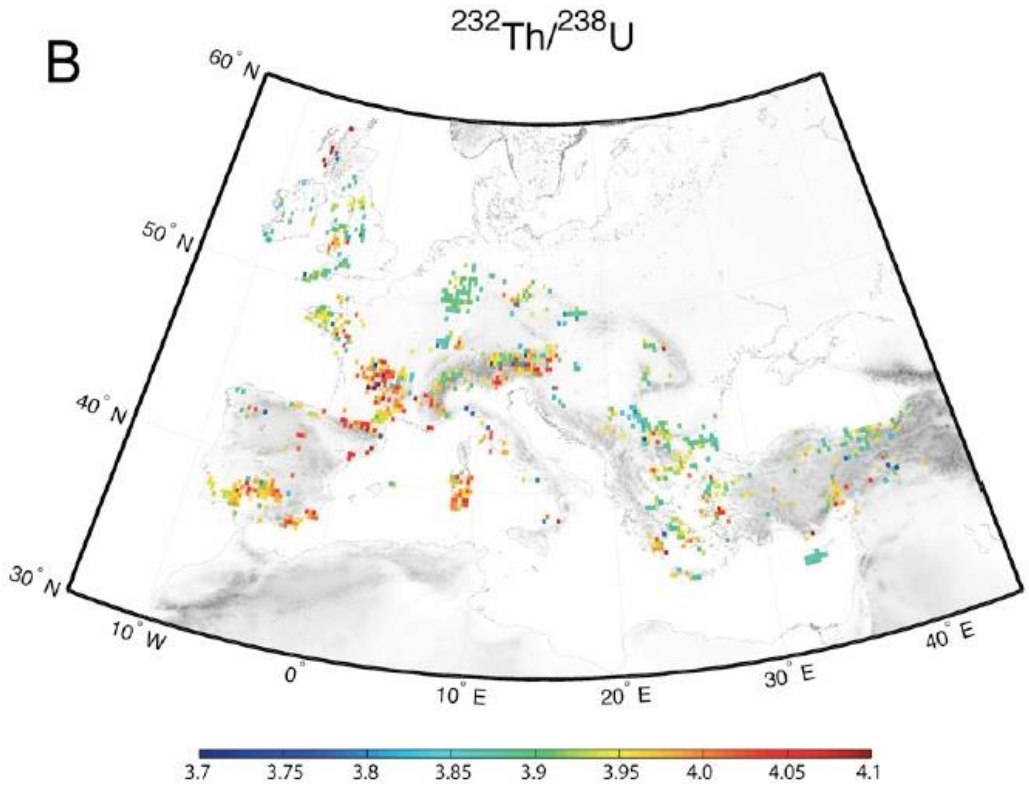


Figure 114 : Carte illustrant la répartition des valeurs du rapport k, calculé dans les galènes et mines européennes (Delile *et al.*, 2014 fig. S4, p. 4)

L'auteur signale également que le rapport k est plus élevé dans les zones qui ont perdu leurs niveaux supérieurs suite à une érosion ou à une dénudation tectonique, ce qui est le cas pour l'Ibérie, le sud de la France et l'est des Alpes.

Comme nous l'avons déjà évoqué, un grand nombre de zones en France et en Espagne ne sont pas encore correctement analysées d'un point de vue isotopique, aussi il ne sera pas possible à ce stade d'être absolument certain de toute provenance potentielle puisque certaines zones, bien qu'éloignées, peuvent avoir des signatures particulièrement proches. L'intégration, à la base de données Oxalid d'un certain nombre de mesures provenant d'Espagne et de France permet toutefois de réduire ces lacunes et d'obtenir une vision plus complète des variations au niveau européen[292] (FIGURE 115).

[292] Les études compilées ici sont les suivantes : TRINCHERINI, *Les lingots de Saintes-Marie-de-la-Mer* (2001), ARRIBAS, *Isotopic composition of Pb in ore deposits of the Betic Cordillera* (1994) et NESTA Antonio, *Lingotes de Chipiona* (2011) pour l'Espagne et à nouveau l'étude de TRINCHERINI pour la France.

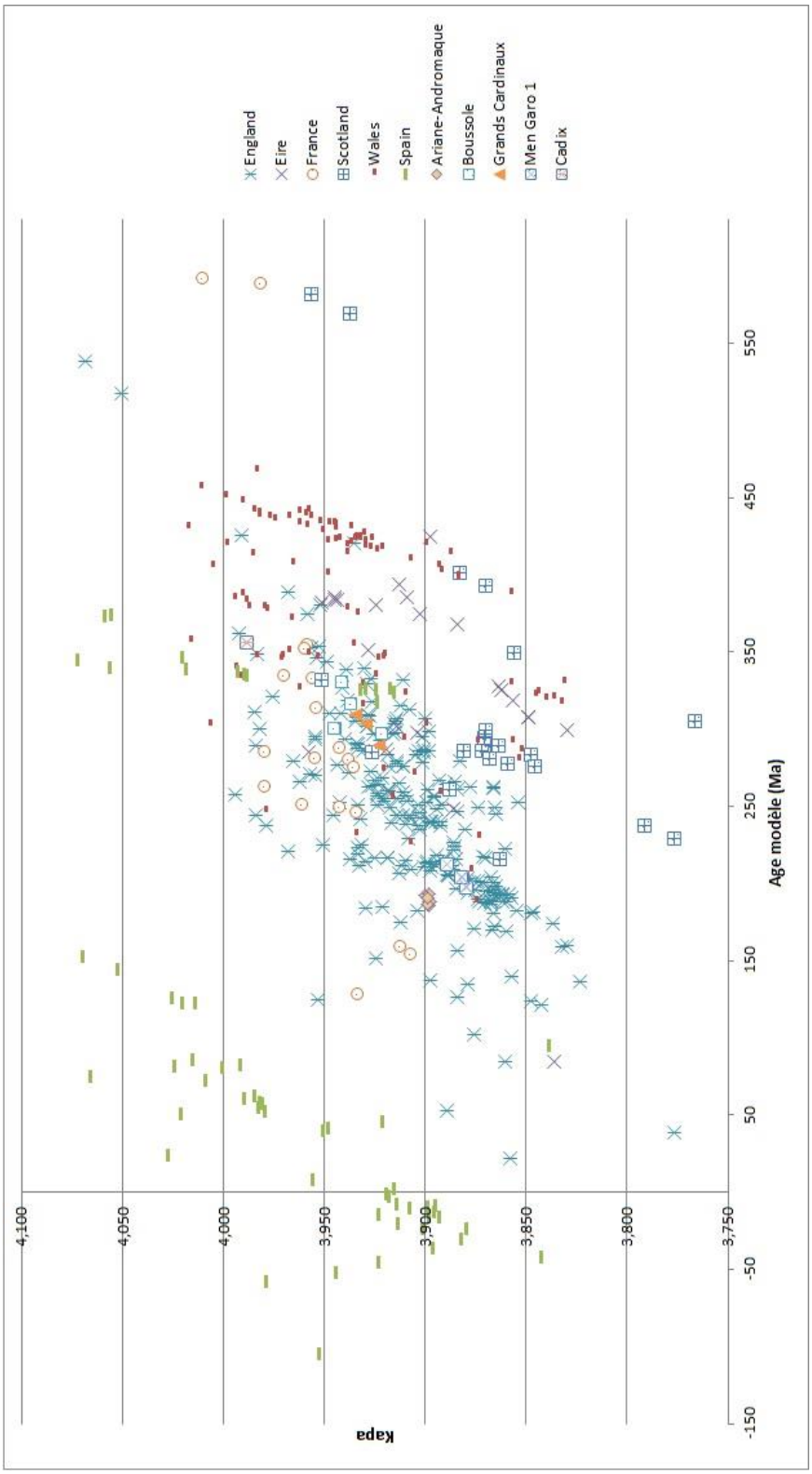


Figure 115 : Graphique des rapports kappa en fonction des âges modèles (Ma) des minerais bruts inventoriés dans la base de données OXALID, ainsi que des données françaises et espagnoles supplémentaires. Les données des lingots analysés au cours de cette thèse sont aussi représentés (données OXALID, Trincherini 2001, Arribas 1994 et Nesta 2011, réalisation personnelle)

Si on représente ces deux mesures, âge modèle et rapport kappa, sur un graphique unique, leur différenciation apparait clairement (FIGURE 116) et on retrouve à nouveau les trois groupes identifiés précédemment.

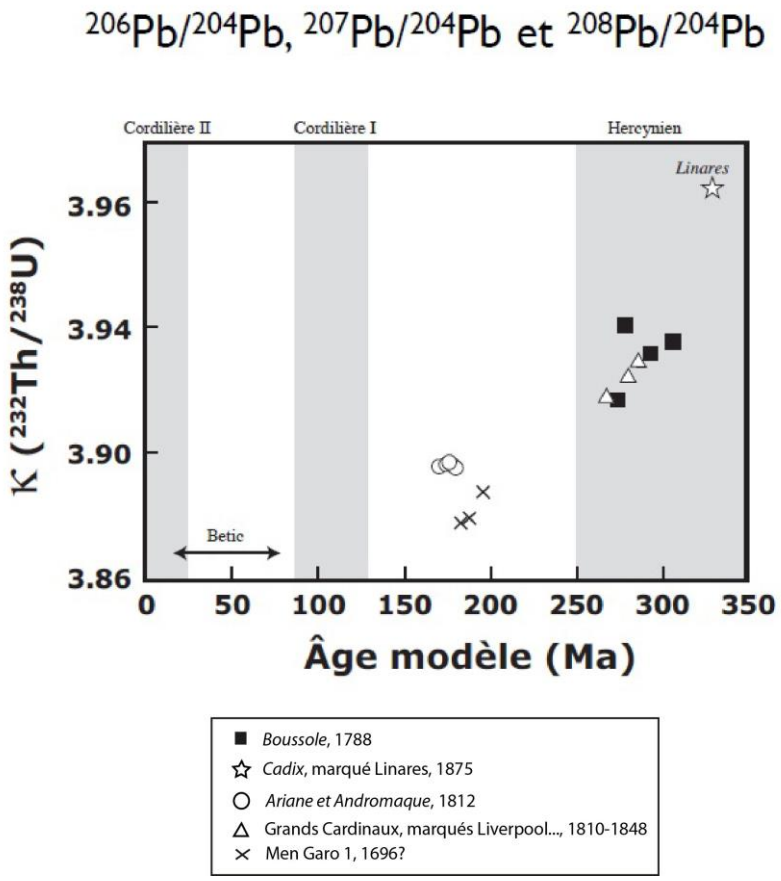


Figure 116 : Graphique représentant les lingots suivant leur âge modèle et leur rapport kappa (graphique Antoine Bézos, LPG, Université de Nantes)

Le lingot découvert sur le *Cadix*, groupe 1, est cette fois encore particulièrement distinct des autres artefacts analysés. Le minerai employé pour le créer provient d'un sol très ancien, autour de 340 Ma et possède un rapport kappa très élévé, de plus de 3,96. Si l'on se réfère aux cartes présentées précédemment, seul le sud-est de l'Espagne peut correspondre à ces deux valeurs. Or, la marque « Linares » portée par ce lingot indique clairement les mines de plomb espagnoles du même nom et celles-ci se situent précisément dans la zone géologique repérée. Les analyses archéologiques et géologiques se valident ici mutuellement.

Le groupe 2 quant à lui, renfermant les lingots de la *Boussole* et ceux découverts sur le site des Grands Cardinaux près du Croisic, ont été réalisés à partir de minerai datant de 270 à 300 Ma environ pour une valeur de kappa moyenne : entre 3,90 et 3,94. D'après les cartes ci-dessus, plusieurs régions pourraient correspondre à cette combinaison. Il faut donc se pencher sur les données archéologiques pour affiner nos hypothèses. Ainsi, les lingots provenant des Grands Cardinaux sont tous marqués par une estampille faisant référence aux ateliers Bagilt et au port de Liverpool. Or, l'emplacement géographique de ces deux villes se situe dans les régions de provenance potentielle. Devant la proximité des valeurs des lingots de la Boussole

de ceux des Grands Cardinaux nous pouvons envisager une provenance commune mais cela ne peut être établi assurément à ce stade. De plus, il apparait là encore que les lingots découverts sur l'épave de la *Boussole* ne semblent pas parfaitement homogènes, résultant probablement de la fonte et du mélange de plusieurs minerais. Toutefois, leurs variations ne sont pas très importantes ce qui suggère une zone provenance géographique unique de ces minerais. L'homogénéité de leur facture et des marques relevées sur leur base plane confirme cette hypothèse d'une élaboration faite par un artisan unique, à partir de minerais provenant d'approvisionnements multiples locaux.

Enfin, le groupe 3, contenant les lingots des épaves *Ariane et Andromaque* et ceux issus du site de Men Garo 1, est le plus jeune puisque les minerais datent ici de 180 à 200 Ma environ. Le rapport kappa est inférieur à 3,90 ce qui en fait le plus faible des trois. D'après l'étude des deux cartes précédentes, il semblerait que seul le centre de l'Angleterre présente de telles valeurs. Il est toutefois possible que d'éventuelles mines, encore non analysées, aient pu produire de telles valeurs mais que nous ne puissions pas les repérer, faute de mesures disponibles.
Cependant, cette hypothèse d'une provenance du centre de l'Angleterre pour les lingots de Men Garo 1 semblerait pouvoir être confirmée d'après les marques relevées sur leur face inférieure plane. En effet, l'un des trois lingots présente les initiales MD incisées[293] qui pourraient symboliser l'appellation Middleton Dale, nom d'une zone géologique située dans le Peak District National Park implanté à cheval entre le comté du Derbyshire et celui du Cheshire.

Si l'on observe de plus près les données anglaises, correspondant potentiellement à l'origine de la quasi-totalité de nos lingots, nous pouvons établir cet autre graphique, croisant les datations et valeurs de rapport k des galènes (FIGURE 117).

[293] Il s'agit du lingot inventorié sous le numéro 176 dans la base de données du mobilier.

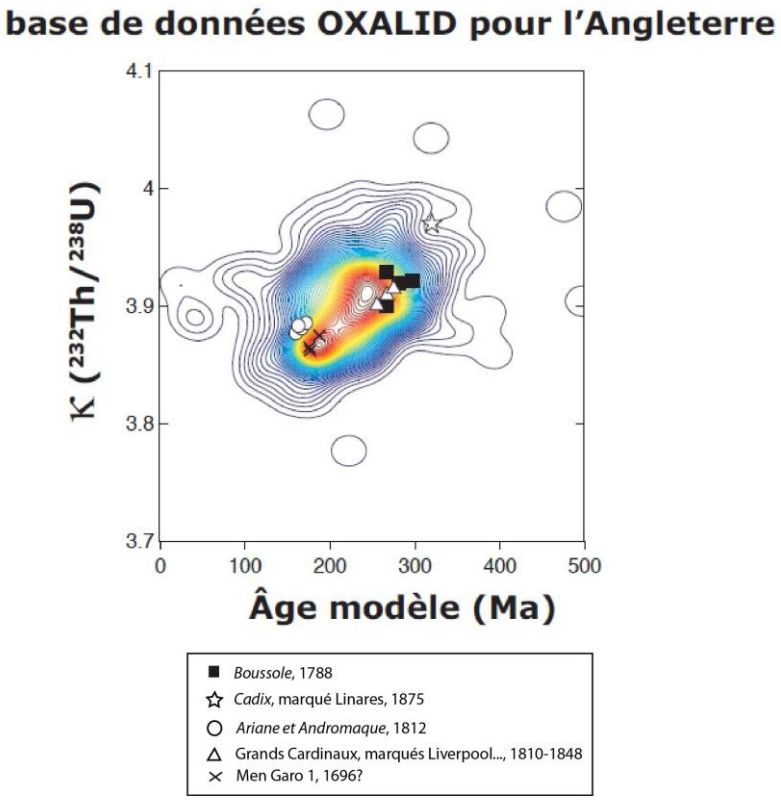


Figure 117 : Graphique confrontant les valeurs en âge modèle et en k pour les galènes anglaises et les lingots analysés (Graphique Antoine Bézos, LPG, Université de Nantes)

Sur ce graphique, les mesures fournies par la base de données OXALID sont présentées sous la forme de courbes de densité. Plus elles sont resserrées et rouge et plus les mesures sont nombreuses.

Sans aucune suprise, on constate que le lingot du *Cadix* se situe totalement à l'extérieur des mesures des galènes anglaises. Il s'agit ici de la confirmation d'une provenance hors Angleterre pour ce lingot estampillé au nom d'une mine espagnole nommée Linarès.

En ce qui concerne les lingots des frégates *Ariane et Andromaque*, naufragées en 1812 en combattant des navires anglais, leur provenance de mines anglaises semble peu probable puisqu'ils se situent dans une zone bleue, soit avec peu de données enregistrées. Cette analyse locale détaillée nous permet donc de revenir sur l'hypothèse émise précédemment pour l'affiner. Ainsi, les lingots de Men Garo 1 seraient bien d'origine anglaise, probablement du centre du pays, tandis que ceux des épaves *Ariane et Andromaque* auraient une origine différente. Celle-ci sera à chercher ailleurs, dans une région géographique possédant toutefois les mêmes grandes caractéristiques géologiques (âge modèle et rapport kappa).
Ce fait est particulièrement intéressant archéologiquement car il s'agit ici de deux frégates faisant partie de la flotte napoléonienne et pour lesquelles l'approvisionnement en plomb ne semble pas avoir recouru à l'habituel plomb britannique. Faut-il y voir le résultat d'une modification des accords commerciaux suite à la suite de la guerre contre l'Angleterre faisant rage au moment du naufrage de ces navires ?

Enfin, nous pouvons dire que les lingots du vaisseau royal la *Boussole*, du site de Men Garo 1 et des Grands Cardinaux semblent tous provenir d'Angleterre puisque leurs trois symboles sont placés en zone rouge. Cependant, les croix représentant les lingots de Men Garo 1 sont très éloignées des deux autres, laissant entrevoir une origine différente : centre de l'Angleterre pour les premiers et région proche de Liverpool pour les autres. Afin d'affiner encore la provenace des lingots de Men Garo 1, il était nécessaire de visualiser, sur le même type de graphique, les données spécifiques aux régions britanniques les plus à même de correspondre aux valeurs de ces lingots particuliers (FIGURE 118). Un tri a été fait préalablement à la réalisation de ces graphiques afin de ne conserver que les trois zones dont les valeurs étaient les plus proches de celles des lingots.

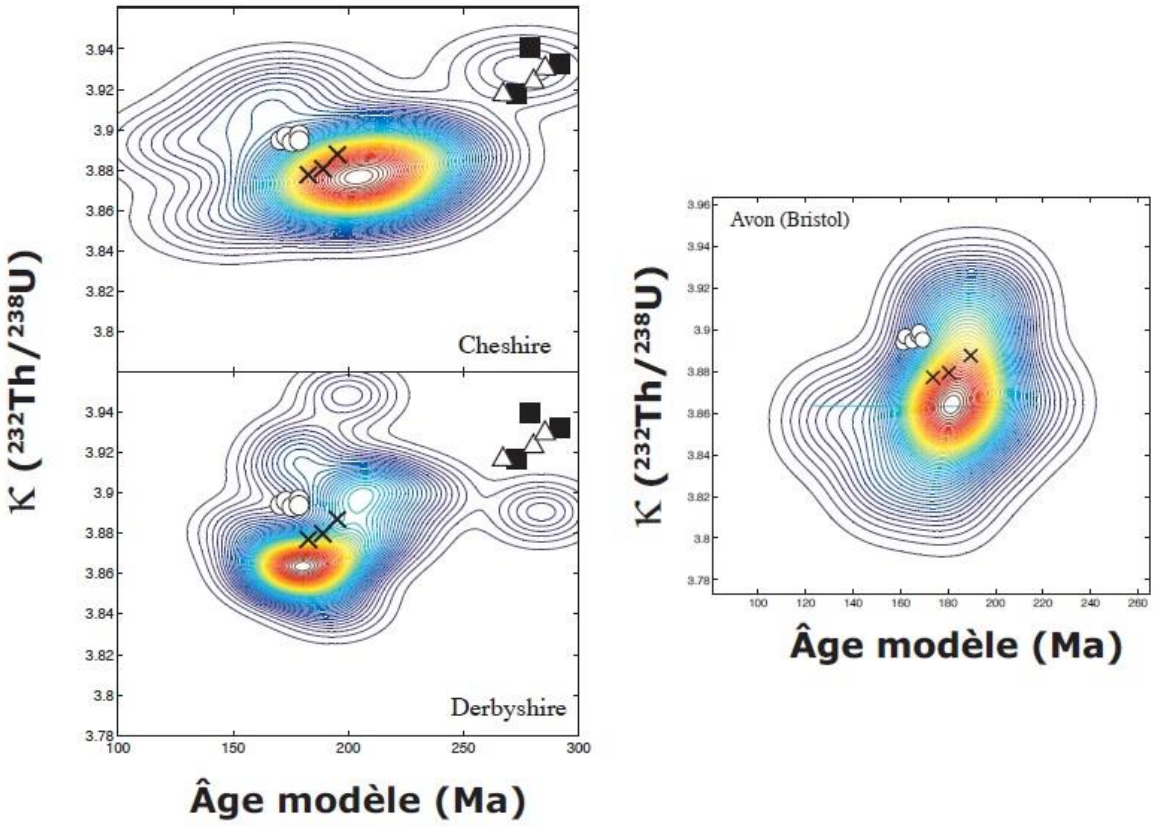


Figure 118 : Graphiques illustrant la corrélation entre les âges modèles et les rapports k des galènes des régions du Cheshire, du Derbyshire et de l'Avon en Angleterre avec les échantillons des lingots de Men Garo 1 (Graphiques Antoine Bézos, LPG, Université de Nantes)

A la vue de ces trois graphiques il semblerait probable que les lingots découverts sur le site de Men Garo 1 soient issus de minerais extraits dans le Cheshire ou dans la région autour de Bristol au centre sud de l'Angleterre mais la présence des inscriptions de leurs faces inférieures renverraient plutôt au Cheshire comme nous l'avons vu.

Cette démarche d'isolation progressive d'une zone de provenance potentielle, depuis le niveau européen, en passant par le niveau national pour parvenir à une échelle très localisée, se révèle donc payante et précise. Cependant, comme nous l'avons déjà mentionné à plusieurs

reprises, la totalité de l'Europe n'étant pas encore couverte, il est impossible d'être totalement affirmatif à ce jour quant aux provenances supposées.

Les résultats présentés ici ne sont donc malheureusement qu'un préalable, qu'il sera indispensable d'affiner et de retravailler lorsque de nouvelles données isotopiques seront publiées. Des campagnes systématiques de prélèvement et d'analyses de mines de plomb en activité à la période moderne en Espagne, aux Pays-Bas, en France et aux Etats-Unis seraient les clefs pour une exploitation optimale des capacités d'analyse de cette méthodologie.

L'ambition première de cette thèse était de tester diverses méthodes d'analyses du plomb moderne afin d'isoler les apports et limites de chacune et ainsi, de pouvoir à l'avenir, poursuivre ces recherches avec un maximum de précision et d'efficacité. Il nous semble à ce jour que les analyses des éléments traces contenues dans les échantillons ne sont pertinentes que si elles sont associées à une étude approfondie du processus de fabrication ou si elles ont vocation à distinguer du mobilier provenant du même métal au sein d'un équipement de navire par exemple. Dans ce cas-là, une simple lecture de la composition du plomb peut suffire, et elle peut être faite de manière non destructive grâce à l'emploi d'un appareil de mesure à Fluorescence X (aussi nommé XRF) ce qui accélère le processus et réduit les coûts d'analyse significativement. Toutefois cet appareil, étant lui-même radioactif, son emploi requiert des autorisations spéciales. Les analyses isotopiques ont quant à elles démontré ici tout leur potentiel. Les valeurs des divers isotopes du plomb n'étant pas soumis aux biais habituels, elles permettent quant à elles de retracer précisément les origines et datations des minerais employés. Les seules limites à cette démarche résident dans la non exhaustivité des données exploitables mais aussi au risque de mélange de minerais provenant de différentes sources. Espérons que cette démonstration aussi imparfaite soit-elle, incite un grand nombre d'archéologues à mettre en place ce type d'analyses à l'avenir.

3.3.5. Analyse du mobilier du bord

Comme nous venons de l'évoquer ci-dessus, outre le traçage de la source du minerai employé, ces analyses permettent également de réfléchir aux modalités d'armement d'un navire à la période moderne, notamment selon s'il s'agit d'un navire royal ou privé.

Il est intéressant pour l'archéologue de comprendre si l'armement en plomb, brut et manufacturé, a été fait en une seule fois auprès d'un plombier unique ou s'il provient d'approvisionnements multiples : commandes ponctuelles auprès de divers marchands et/ou récupération de matériel lors des prises de navire notamment.

Il a été envisagé au cours de cette thèse, de tester ces analyses afin d'apporter des réponses à ces questionnements sur le mobilier de deux épaves s'y prêtant particulièrement. Il s'agit des épaves de la Natière datant du XVIIIe siècle, à savoir la *Dauphine* (1704) frégate corsaire armée par le roi et *L'Aimable Grenot* (1749) frégate armée par un particulier pour le

commerce. Malheureusement cet aspect de la recherche n'a pu être mis en œuvre au cours de cette thèse, faute de temps et de moyens financiers nécessaires pour réaliser ces prélèvements.

Pour conclure cette approche, il faut rappeler qu'encore de nos jours, plus de 5 millions de tonnes de plomb sont consommées par an, dont la moitié est produite par le recyclage d'anciens éléments en plomb[294]. Cela illustre parfaitement, à la fois le besoin incessant du matériau plomb dans les sociétés humaines, mais aussi l'importance du phénomène de recyclage de ce matériau. Il est donc indispensable de le prendre en compte lors des études archéologiques, notamment sur ces questions de sources d'approvisionnement. Il n'était pas rare en effet, que sur un même navire, divers types de plomb puissent coexister ; issus directement de minerai extraits, de refonte et de mélange d'anciens artefacts en plomb, ou encore de réemploi de mobilier récupéré lors de prises de navire.

3.4. Les vestiges archéologiques et les SIG : de multiples axes de recherche

Dans le cadre de cette thèse, nous avons également choisi de mettre en place un Système d'Information Géographique (SIG) permettant de visualiser, sous la forme de cartographies, l'ensemble des données archéologiques inventoriées. Une présentation des principes régissant la mise en place et l'exploitation de ce SIG en fonction des problématiques de travail envisagées a déjà été réalisée dans la partie 1 de cette thèse (cf 1.1.1 et 1.2.4). Nous allons donc maintenant revenir brièvement sur les caractéristiques de cet outil de travail, et nous présenterons en détail les premiers résultats auxquels nous avons pu parvenir.

Il faut rappeler ici qu'il ne s'agit que de résultats provisoires car la maîtrise du logiciel ArcGis, utilisé pour créer ce SIG, nécessite de longues heures de pratique. Le temps d'analyse des données s'en est donc trouvé raccourci ; toutefois, les premiers résultats laissent entrevoir de nombreuses pistes de recherche prometteuses. Ces dernières resteront à poursuivre par la suite, notamment grâce au croisement des données de ce SIG avec celles issues d'autres disciplines comme la bathymétrie, l'évolution des climats, la géologie, les récits historiques et les archives par exemple.

3.4.1. Rappel des propriétés du SIG mis en place

A titre de rappel, un SIG est une base de données géo-référencées, permettant une visualisation instantanée des informations inventoriées dans l'espace terrestre. Le système de géo-référencement choisi pour ce travail est le *World Geodetic System 1984*[295], à ce jour le

[294] Informations issues du site internet de l'International Lead Association.

[295] Ce système, aussi couramment nommé WGS 84, définit un géoïde terrestre servant de référence à différents systèmes de projection géographique.

plus largement employé mondialement puisqu'il est inclus dans la plupart des *Global Positionning System*, couramment nommés GPS.

Toutefois, certaines coordonnées géographiques récupérées lors de cet inventaire ont nécessité une conversion, afin d'être harmonisées, et de pouvoir ainsi être intégrées sans problème au SIG. L'aide de Martin Juigner, travaillant au Laboratoire Géolitomer (LETG) de l'université de Nantes, a été particulièrement précieuse puisqu'il nous a fourni les programmes Excel effectuant ces conversions.

Au moment de la rédaction de ce volume, un total de 106 sites archéologiques, dont 90 épaves et 16 sites d'artefacts isolés, ont été intégrés à notre SIG. Il faut préciser que 37 épaves sur les 90 inventoriées dans cette base géoréférencée sont situées à l'étranger. Leur intégration s'est révélée nécessaire pour apporter des données supplémentaires à certaines catégories d'artefacts, trop peu nombreux sur notre territoire, pour permettre des analyses statistiques et morphologiques précises. Toutefois, seuls les artefacts provenant d'épaves dont le contexte archéologique était bien connu ont été inventoriés puisqu'il s'agissait d'apporter des éléments comparatifs précis.

Une fois l'ensemble des sites archéologiques correctement géo-référencé, un tableau Excel récapitulatif des données à intégrer au SIG a été réalisé. Cette étape est particulièrement importante puisque des sélections effectuées pour créer ce tableau, dépendront les cartes produites et les problématiques envisagées. Il a été choisi pour cette recherche d'être le plus exhaustif possible dans l'intégration des données afin de ne pas limiter ensuite les pistes de recherche. De plus, bien souvent, seule la visualisation et la confrontation de données diverses sur une carte commune, peut mettre en lumière des recoupements ou des liens jusque-là inconnus.

Le tableau Excel créé possède 21 entrées, regroupant des données portant sur le site lui-même (nom du site / coordonnées géographiques / date et siècle du naufrage) mais aussi sur le type et la quantité de mobilier en plomb qu'il contient (saumon / plomb de sonde / plomb en table / poids de balance / poids de pêche / lampe etc…). Enfin, il a été choisi d'inclure deux colonnes supplémentaires recensant le type de site archéologique et les causes du naufrage lorsqu'elles étaient connues. Il était particulièrement important d'harmoniser les nomenclatures des données inscrites dans ce tableau de manière à pouvoir les intégrer sans problème dans le logiciel ArcGis afin de pouvoir ensuite les croiser et les comparer plus aisément.

La totalité de ces données a donc été intégrée au sein du logiciel ArcGis. A partir de cette base, des sélections ont ensuite pu être faites, sous la forme de couches indépendantes les unes des autres, pour être visualisées sur des cartes spécifiques. De cette manière, il a été possible de cartographier indépendamment le positionnement des sites contenant du mobilier en plomb, leurs datations respectives, mais aussi les quantités de chaque type de mobilier inventorié. Toutefois, il nous a paru important de ne pas se limiter à une simple cartographie de la répartition spatiale et chronologique des vestiges archéologiques. Nous avons donc essayé d'aller plus loin dans l'interprétation de ces données en multipliant les axes d'analyse, notamment par l'étude des causes de naufrage, de la profondeur des vestiges etc…

3.4.2. Analyses chronologiques

L'une des principales préoccupations archéologiques concerne la datation des vestiges. La visualisation de la répartition chronologique des sites contenant du plomb a donc été réalisée dès le commencement de cette recherche. Cependant, nous avons été très rapidement confrontés à l'hétérogénéité de la précision des datations enregistrées. En effet, les artefacts isolés ou certaines épaves mal conservées sont particulièrement délicats à dater précisément. C'est la raison pour laquelle deux colonnes ont été réservées au sein de la base de données du SIG pour les données chronologiques, avec d'une part la mention de la date précise si elle était connue, et d'autre part le siècle correspondant ou estimé. Si l'estimation ne pouvait être ramenée à un siècle spécifique alors la datation proposée a été élargie à une période chronologique entière : moderne (XVIe-XVIIIe siècles) et contemporaine (XIXe-XXe siècles).

A partir de ces données chronologiques, différentes échelles de visualisations cartographiques ont pu être choisies. Nous avons déjà présenté la répartition chronologique de ces vestiges au niveau national (cf FIGURE 13). Celle-ci mettait en évidence une répartition préférentielle des vestiges sur le littoral Manche-Atlantique, au détriment de la Méditerranée, pouvant résulter en partie du développement, dès le XVe siècle, du commerce en partance de ces ports vers les Amériques et les nouvelles colonies, ainsi qu'une prédominance des vestiges des XVIIIe et XIXe siècles[296].

Il a ensuite été choisi de produire non seulement une carte à l'échelle européenne (FIGURE 119) mais aussi à l'échelle mondiale (FIGURE 120) puisque des vestiges provenant de l'étranger ont été intégrés à cette recherche.

[296] Se référer au chapitre 1.2.4 pour l'analyse détaillée de cette cartographie.

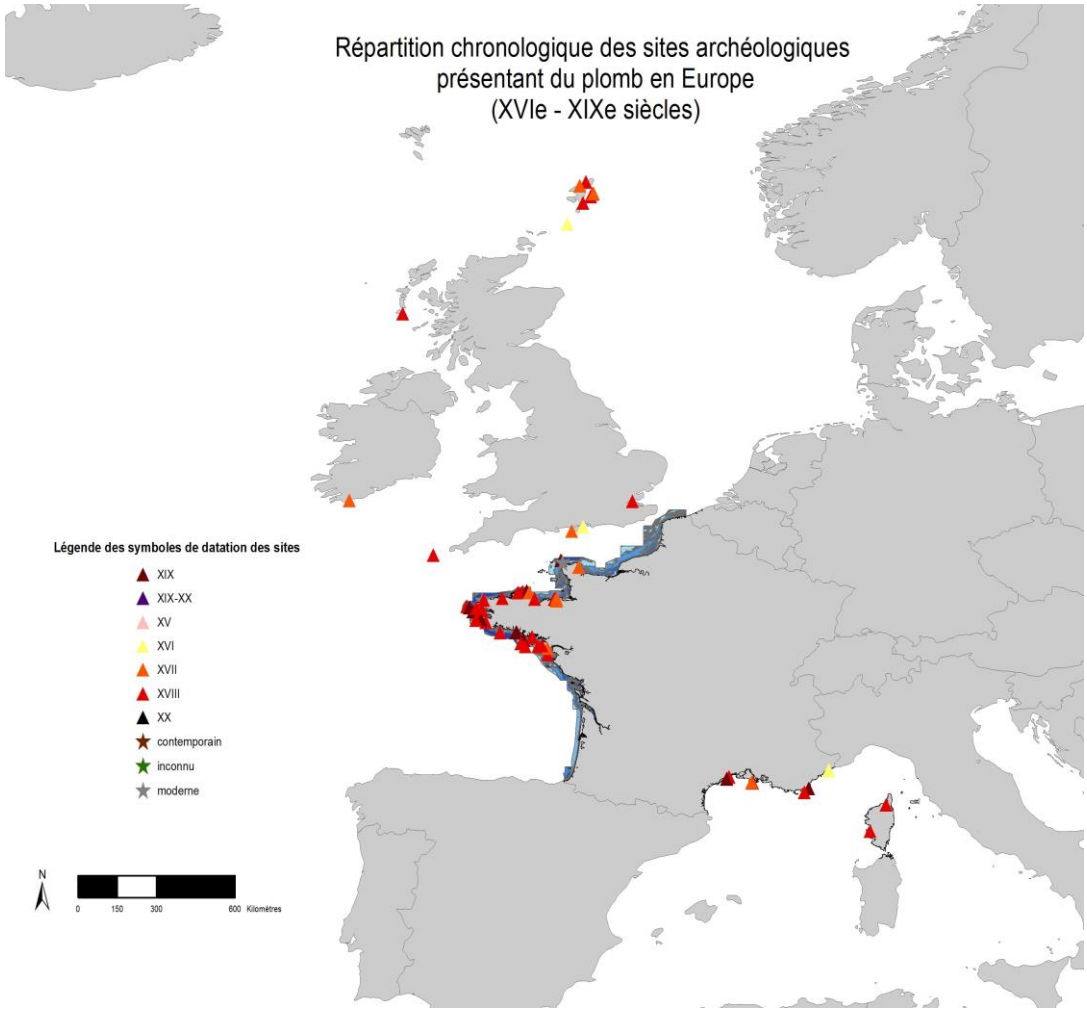


Figure 119 : Carte présentant la répartition chronologique des épaves contenant du plomb au niveau européen, XVIe-XIXe siècles (réalisation personnelle)

Sur cette carte, un grand nombre de sites apparaissent situés sur les côtes de Grande-Bretagne ce qui est en parfaite cohérence avec la prédominance de ces régions dans la production du plomb entre le XVIe et le XIXe siècle. Cependant, d'autres régions, comme l'Allemagne ou les actuels Pays-Bas, étaient également des fournisseurs non négligeables de plomb pour l'Europe de l'époque. Or, aucun mobilier en plomb n'a pu être recensé le long de ces côtes au cours de cette thèse. Une des explications de cette différence réside peut-être dans l'ancienneté de la recherche archéologique sous-marine en Grande-Bretagne comparée à ces régions.

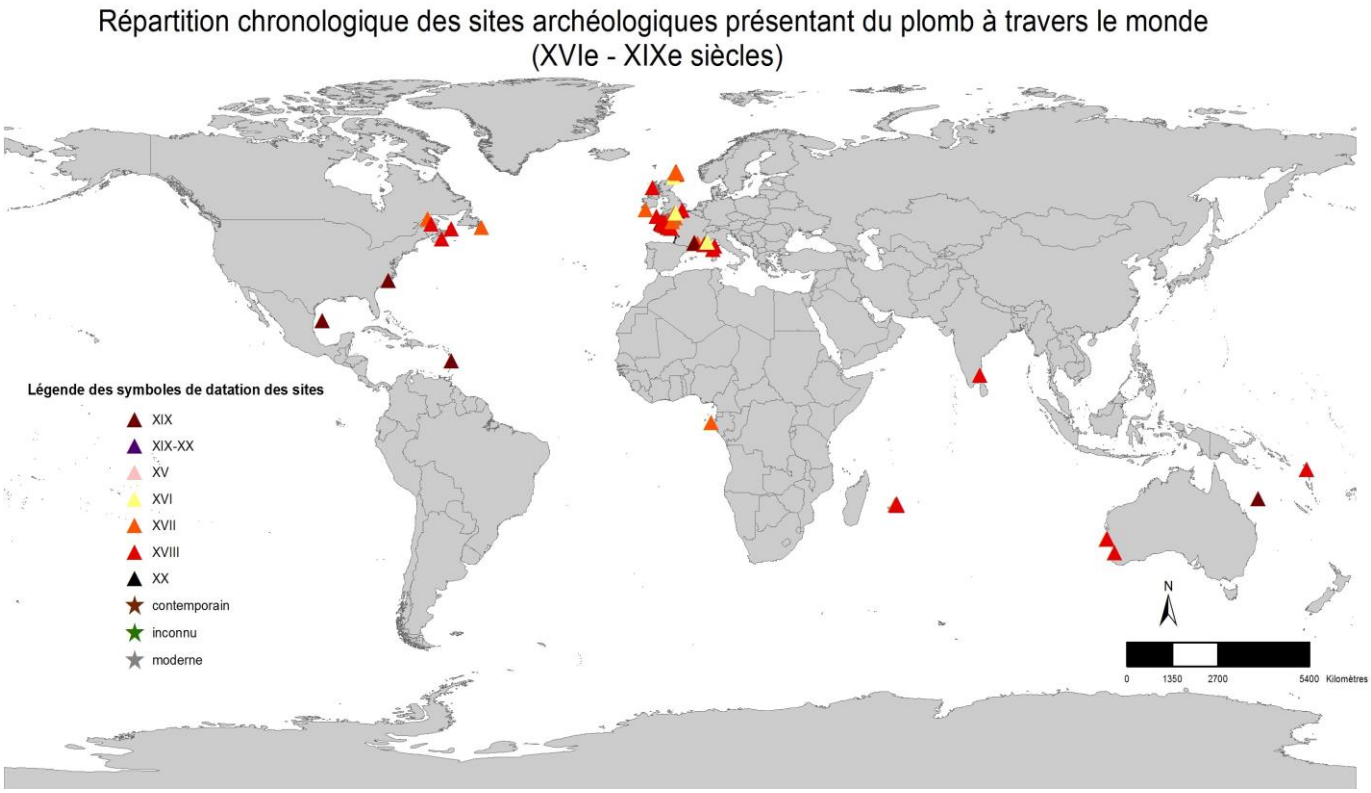


Figure 120 : Carte présentant la répartition chronologique des épaves contenant du plomb au niveau mondial, XVIe-XIXe siècles (réalisation personnelle)

L'ensemble de ces trois cartes révèlent donc une utilisation continue du plomb sur les navires de toutes nationalités entre le XVIe et le XIXe siècle. Cependant, elles ne peuvent toutefois être considérées comme représentatives de la répartition de l'ensemble du mobilier découvert à l'étranger. En effet, lors de l'inventaire du corpus de cette thèse, le choix a été fait de n'inventorier les épaves étrangères que dans deux cas bien spécifiques. Ont été sélectionnées celles présentant une cargaison de lingots de plomb, un mobilier précieux pour ses informations sur le transport du plomb brut, ou encore celles pour lesquelles une quantité importante de plombs avait été embarquée. Il s'agit donc ici d'un biais particulièrement important dans la représentativité de ces cartes.
Toutefois, elles témoignent malgré tout de la vitalité et de l'ampleur des échanges du plomb par voies maritimes, à une échelle mondiale, et ce, tout au long de la période étudiée ici.

3.4.3. Analyses fonctionnelles

La deuxième étape dans l'exploitation de ces données a été de cartographier les quantités de chacun des types de mobilier en plomb découverts sur ces sites archéologiques. Cette démarche permet notamment de voir apparaitre d'éventuelles concentrations pouvant être révélatrices d'anciennes routes commerciales ou de zones de mouillage par exemple. Ce n'est d'ailleurs que par le biais de ces cartes que l'archéologue peut voir apparaitre ces

regroupements ou zones de vide, qu'il peut ensuite relier à des contextes économiques ou historiques.

Malheureusement l'analyse des cartes produites est ici limitée puisqu'il s'agit d'une comparaison inter-sites de la quantité de mobilier répertoriée sur chaque épave. Ainsi, le croisement des données est réalisé pour des époques différentes, à partir de sites plus ou moins bien conservés, ce qui provoque de fait, un biais dans les possibilités de comparaison quantitatives.

De plus, même si le dépouillement des données archéologiques et l'inventaire du mobilier ont été les plus systématiques possibles pour le littoral français, il reste intimement lié à l'état de la recherche et des publications existantes à ce jour. Au niveau mondial par contre, comme nous l'avons déjà évoqué, le choix des sites inventoriés ayant été arbitraire, il est impossible de comparer ces données quantitatives scientifiquement.

Il faut également ajouter que certains éléments n'ont pas pu être présentés sur des cartes faute d'une quantité suffisante pour que leur répartition puisse être significative. Ainsi, seuls les saumons, plombs en table, plombs de sonde, dalots et balles de plomb ont faits l'objet de cartographies.

➔ Saumons

Lorsque l'on observe, au niveau français (FIGURE 121), la répartition des quantités de saumons de plomb retrouvés, on constate un grand nombre d'artefacts isolés et à l'inverse, peu de sites d'importants chargements.

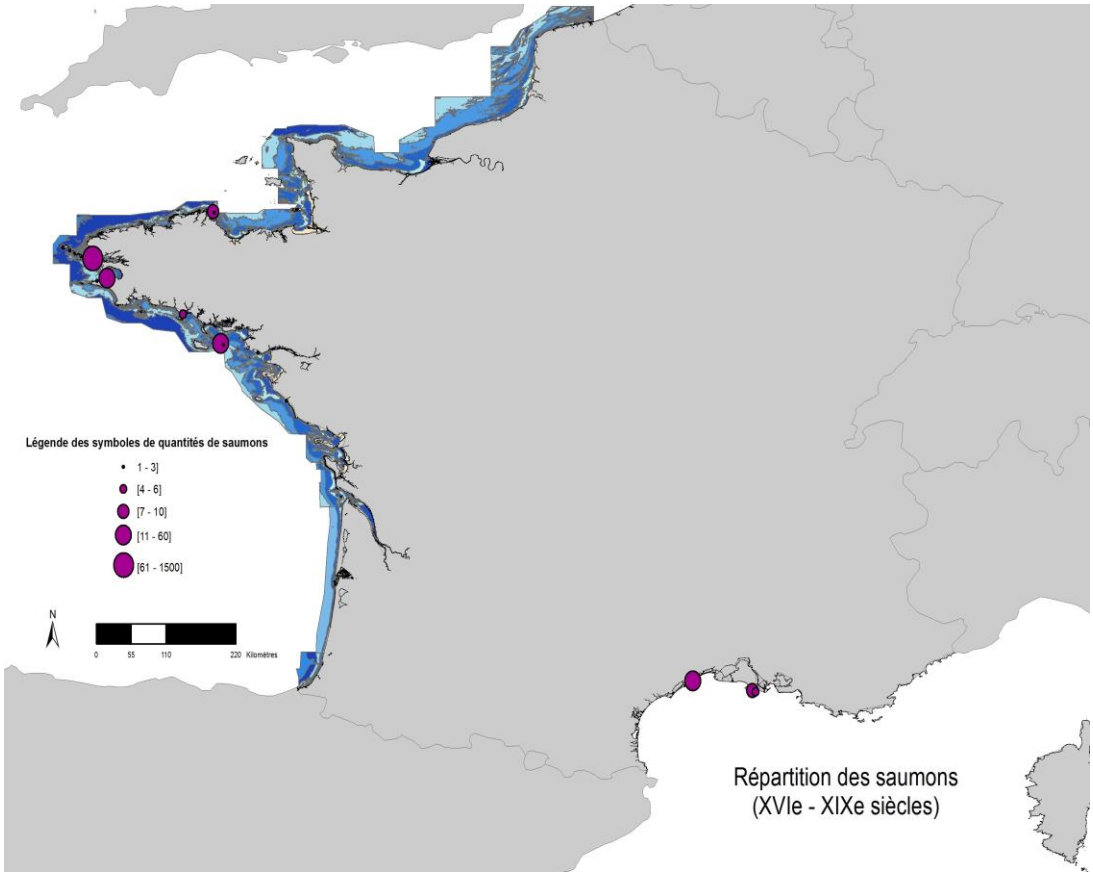


Figure 121 : Carte illustrant la répartition des quantités des saumons de plomb sur le littoral français, XVIe-XIXe siècles (réalisation personnelle)

Cette situation est d'autant plus étonnante quand on pense à l'importance du commerce du plomb brut et des volumes importés en France sur la période étudiée. L'unique raison de ces faibles quantités pourrait résider dans la pratique d'une récupération ciblée sur le plomb, qui représentait un métal indispensable à la vie quotidienne des hommes, sur terre comme sur mer. De tous temps les hommes ont cherché à récupérer les biens précieux du fond de l'océan, notamment les matières premières aisément réutilisables comme l'était le plomb. Cette pratique reste d'ailleurs encore malheureusement d'actualité de nos jours. On imagine donc que les volumes de plomb brut récupérés, par les pêcheurs, les marins et/ou les plongeurs, puissent être particulièrement conséquents.

Si l'on élargit notre champ de vision à l'ensemble du globe (FIGURE 122), on constate que d'importants chargements ont pu être découverts au niveau européen mais aussi dans d'autres régions de la planète comme en Australie ou en Inde par exemple.
Il s'agit ici de l'une des cartes les plus fournies puisque les sites étrangers présentant des chargements de lingots ont été recherchés et inventoriés prioritairement pour cette recherche.

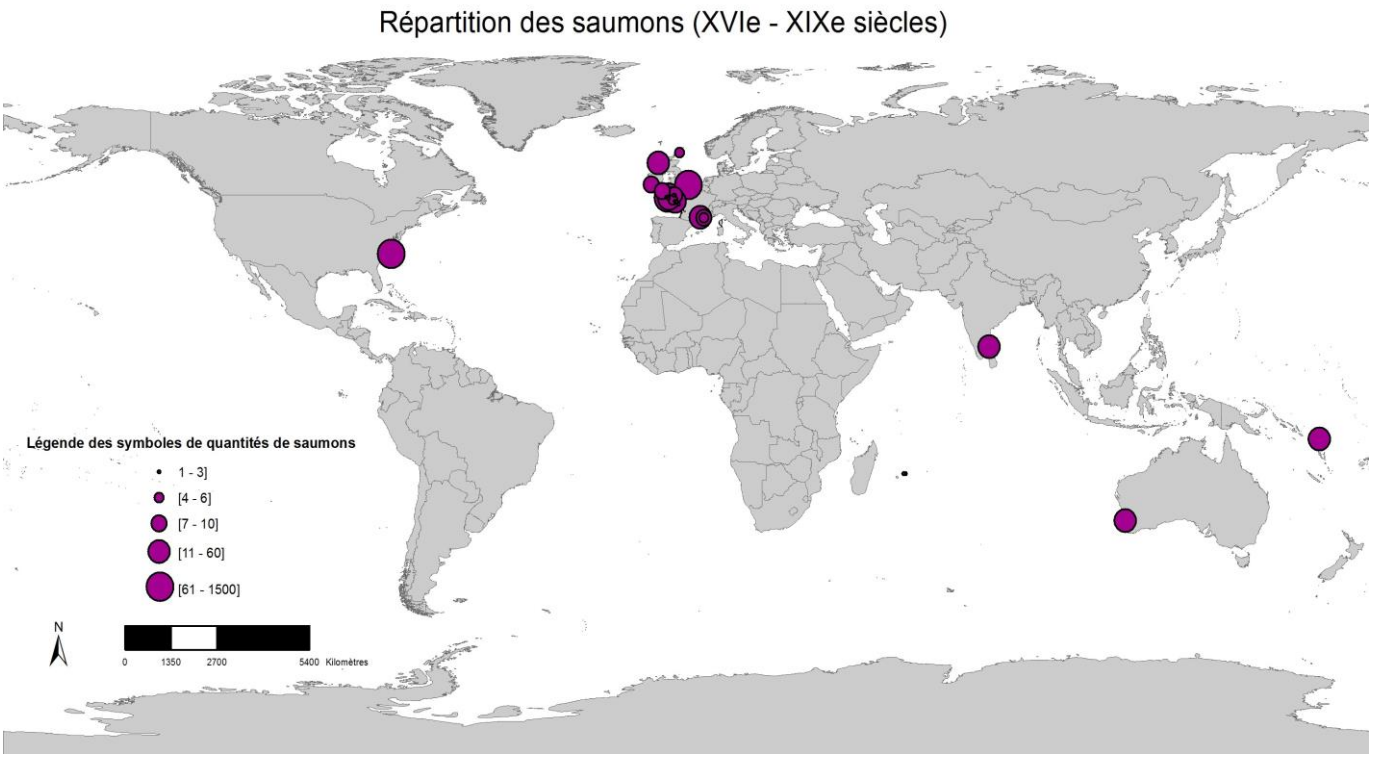


Figure 122 : Carte de la répartition mondiale des quantités de saumons de plomb, XVIe-XIXe siècles (réalisation personnelle)

Les datations de ces chargements s'étalent entre le XVIe et le XIXe siècle ce qui témoigne du besoin vital de plomb brut pour tous les voyages au long cours et pour l'approvisionnement des nouvelles colonies. Toutefois, sur les 259 lingots découverts à l'étranger, près de 243 sont datés du XVIIIe et XIXe siècle.
Cette prédominance est à imputer au plus grand nombre d'épaves découvertes pour ces périodes d'une manière générale. De plus, l'établissement de colonies sur l'ensemble du globe à partir du XVIe siècle, entraine peu à peu une augmentation des besoins d'approvisionnement en plomb de ces nouvelles populations.

➔ Plombs en table

En ce qui concerne les plombs en table, on constate immédiatement leur rareté dans l'inventaire de cette thèse et sur la carte produite (FIGURE 123)[297]. Cependant, d'après les listes d'armement notamment, il était d'usage de les embarquer par lots, afin de pouvoir subvenir aux besoins du bord lors des navigations. Il est donc particulièrement étonnant de ne pas les retrouver en plus grand nombre sur les sites archéologiques expertisés.

Ici encore, une des raisons pouvant expliquer ces faibles quantités de mobilier réside dans le fait que ce plomb semi-brut devait être un matériau suffisamment précieux pour avoir été, de tous temps, récupérés prioritairement par les hommes. Dans le roman de Daniel Defoe intitulé *Robinson Crusoé*, il est d'ailleurs intéressant de noter que l'auteur fait revenir son personnage principal sur l'épave après le naufrage afin de récupérer du matériel pour sa survie et qu'il

[297] Seuls huit artefacts ont été inventoriés pour le littoral français.

mentionne le plomb comme faisant partie de ces nécessités : « *May 9. Went to the wreck, and with the crow made way into the body of the wreck, and felt several casks, and loosen'd them with the crow, but could not break them up; I felt also the roll of English lead, and could stir it, but it was too heavy to remove* »[298]ce qui peut se traduire par: « 9 Mai. Je retournai sur l'épave, et avec le levier je me fis un chemin dans le cœur du navire, et découvris plusieurs caisses, et je réussis à les desserrer à l'aide du levier, mais je ne pus les ouvrir ; je trouvai aussi le rouleau de plomb anglais, et je pus le remuer mais il était trop lourd pour le déplacer ».

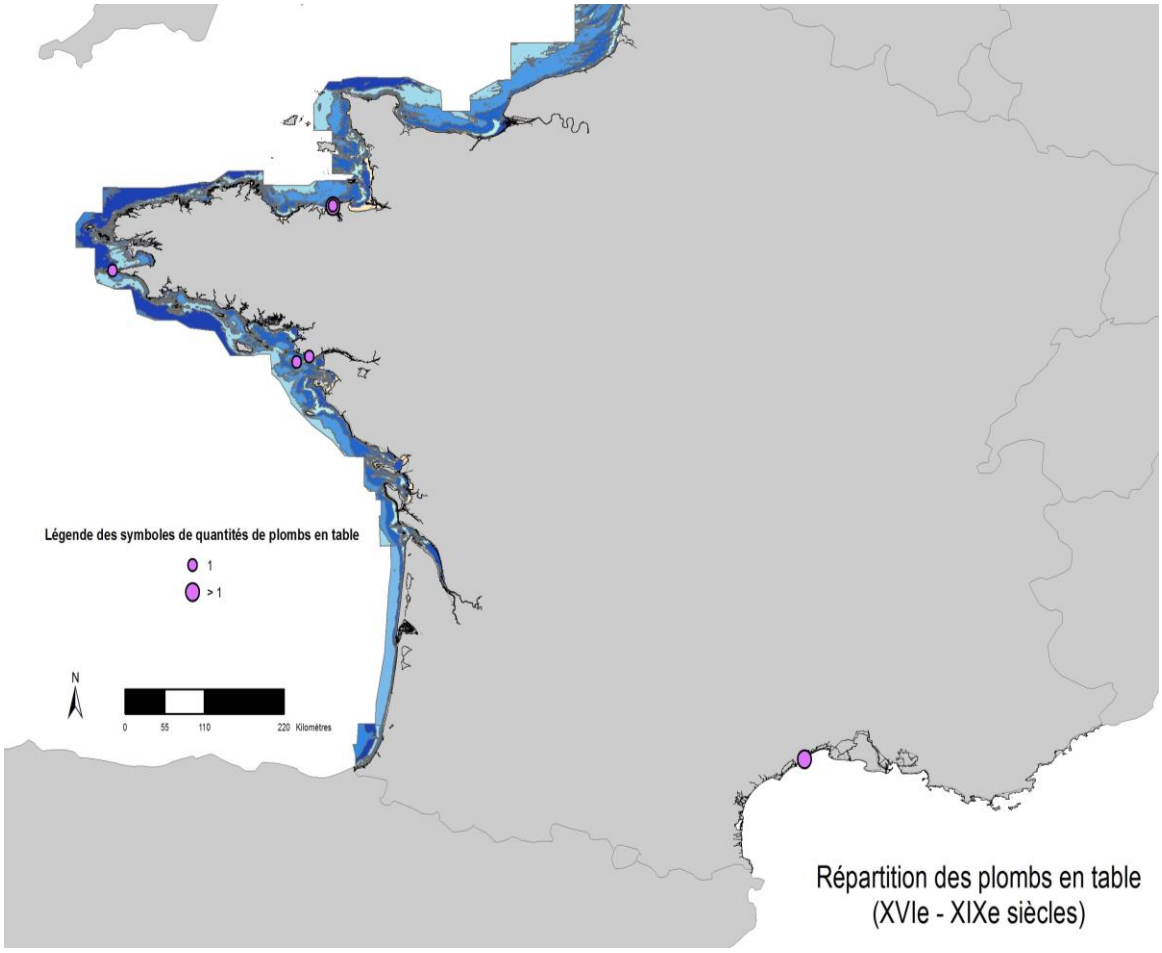


Figure 123 : Répartition des plombs en table retrouvés sur le littoral français, XVIe-XIXe siècles (réalisation personnelle)

➔ Balles

Les balles de plomb constituent le deuxième type d'artefact pour lequel d'importantes quantités de mobilier ont pu être inventoriées. En effet, celles-ci étaient présentes en très grand nombre sur la quasi-totalité des sites archéologiques du littoral français inventoriés (FIGURE 124). Cette situation illustre clairement le besoin vital des navires en munitions

[298] DEFOE 1998, p. 62

pour assurer leur défense, voire leur permettre d'attaquer, et ce, qu'ils naviguent dans un but commercial ou militaire.

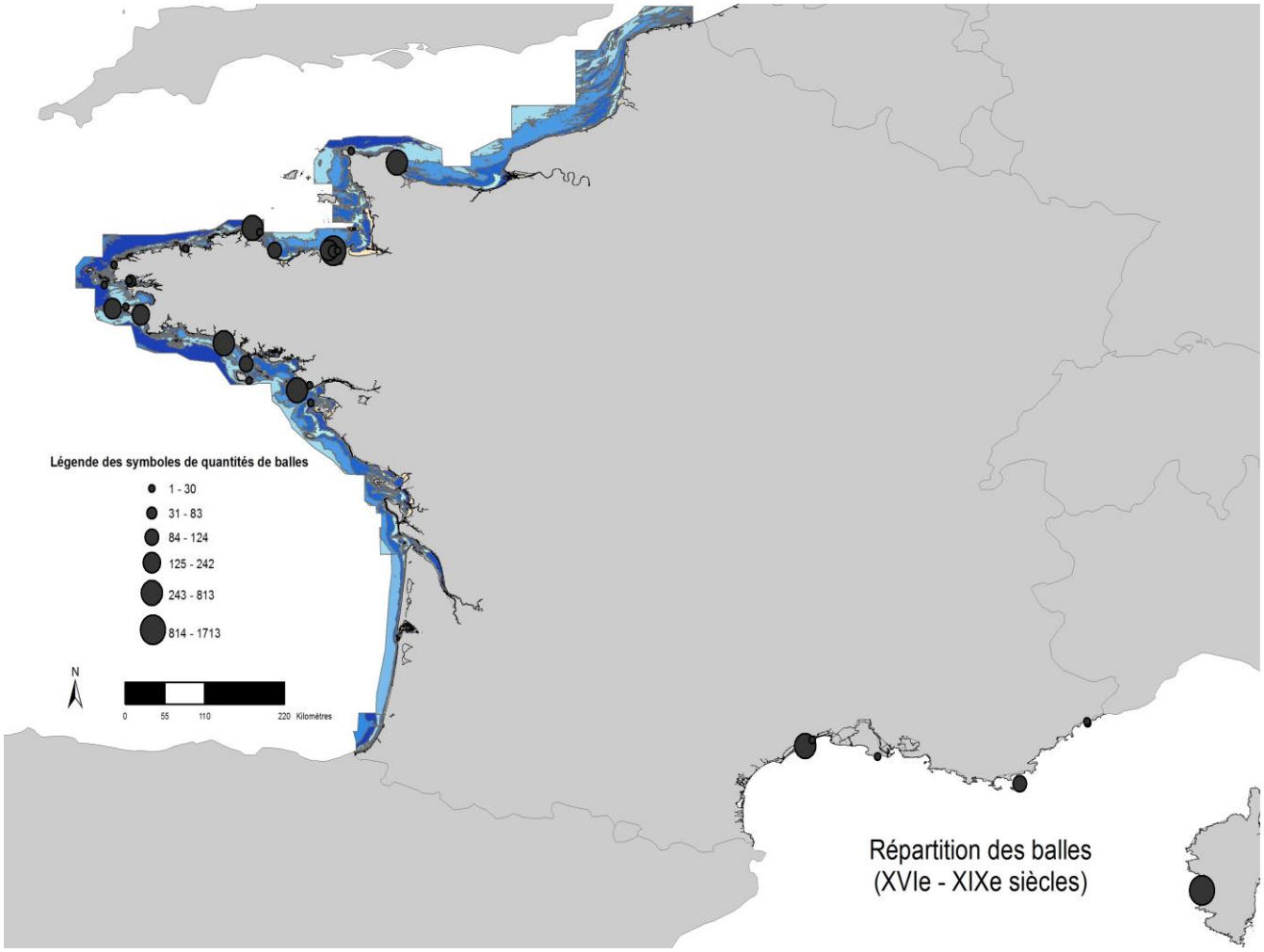


Figure 124 : Répartition des quantités de balles de plomb sur le littoral français, XVIe-XIXe siècles (réalisation personnelle)

Nous ne reviendrons pas ici sur la disproportion pouvant exister entre la côte méditerranéenne et la Manche-Atlantique, ni sur l'absence de vestiges dans les Landes.

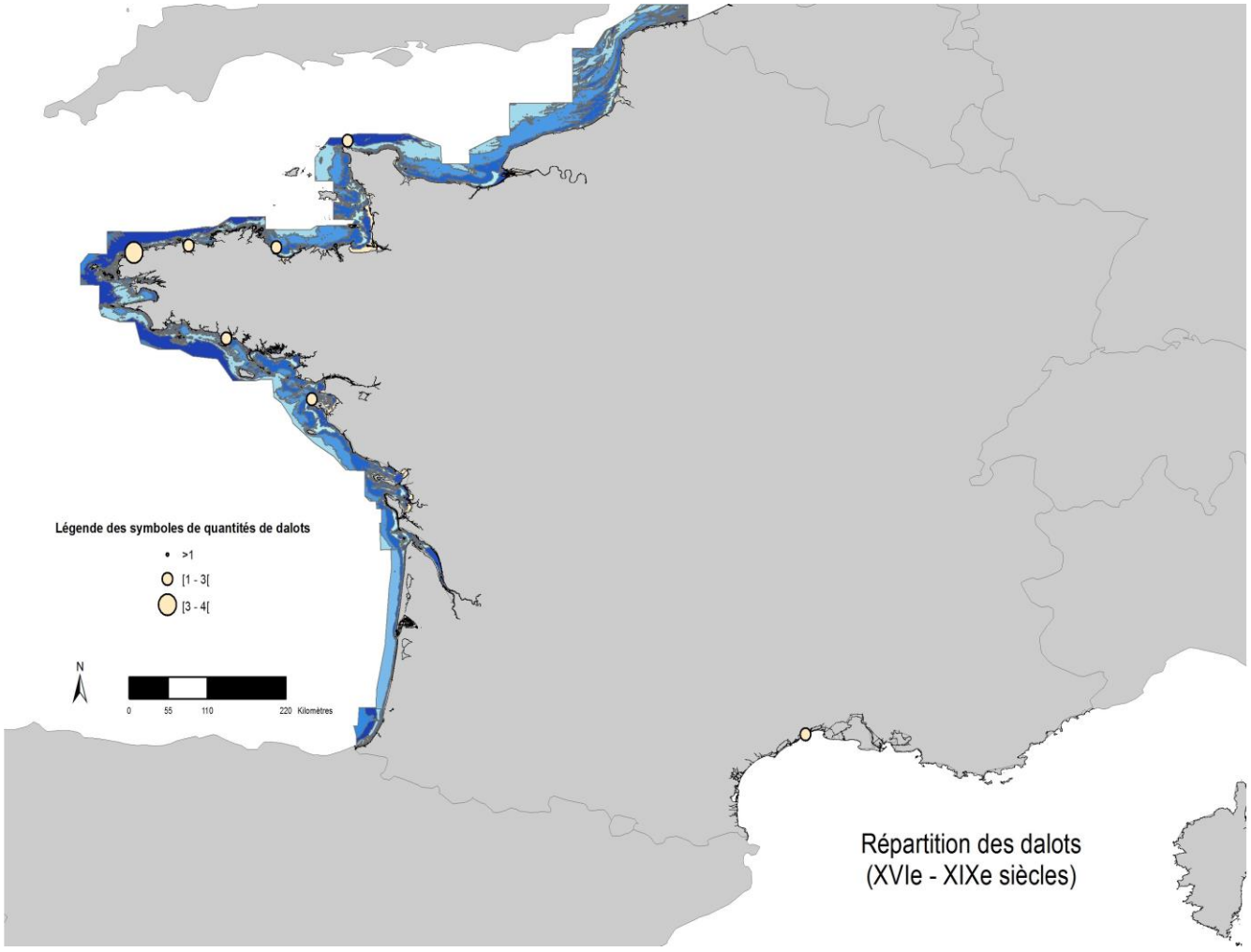
➔ Dalots

Les tuyaux de plomb servant à l'évacuation des eaux du navire, nommés dalots, sont très peu nombreux à être représentés sur cette carte, ce qui traduit leur faible nombre dans l'inventaire mobilier de cette thèse (FIGURE 125). Or, d'après les sources écrites, que nous avons déjà évoquées (cf 2.4.7), cet équipement était indispensable sur tout navire. On sait qu'ils étaient répartis le long de ses flancs, équipant ses différents ponts. De plus, leur masse relativement importante et la stabilité du plomb dans l'eau leur permet de rester en place malgré les courants et d'être préservés sur de longues périodes. Ainsi, il était escompté de

trouver ce type de mobilier sur la quasi-totalité des épaves fouillées ; or, cela n'a pas été le cas.

Il est possible d'imaginer que cette absence résulte en partie d'une récupération plus fréquente de ces artefacts bien visibles et source de grandes quantités de plomb, mais aussi d'un possible manque d'intérêt des fouilleurs pour ce type de mobilier. Dans ce cas, il n'a donc pas du être inventorié ou récupéré et par conséquent, il n'apparait pas dans les publications ou les dépôts archéologiques visités pour cet inventaire. Ces lacunes pourraient enfin être induites par des erreurs d'identification de ces éléments : feuilles de tuyau déroulées par exemple.

Cependant, certaines épaves comme les deux frégates de la Natière, la *Dauphine* et *L'Aimable Grenot*, viennent nuancer ces hypothèses[299]. En effet, sur ces épaves des dalots n'ont été retrouvés que sur l'une d'entre elles : la *Dauphine* (1704). Or, c'est ici la même équipe de fouille qui a opéré sur les deux sites archéologiques, parfois même simultanément. Il n'est donc pas envisageable que l'absence totale de dalots sur *L'Aimable Grenot* (1749), puisse être imputée à un biais de la recherche. A ce jour, seules les récupérations systématiques post-naufrage, relatées par certaines archives, peuvent être envisagées.



[299] La présentation de ces deux sites archéologiques a été faite dans le chapitre précédent 3.1.

Figure 125 : Répartition des quantités de dalots retrouvés sur le littoral français, XVIe-XIXe siècles (réalisation personnelle)

Toutefois, malgré ces lacunes importantes, on constate sur cette carte que la majorité des dalots ont été retrouvés par lots, ce qui corrobore les informations techniques sur l'équipement des navires fournies par les sources écrites et déjà évoquées au chapitre 2.4.7.

➔ Plombs de sonde

Ces instruments de navigation sont quant à eux très nombreux à avoir été remontés, à la fois par les archéologues et par des particuliers. Ils apparaissent donc en grand nombre sur cette carte (FIGURE 126).

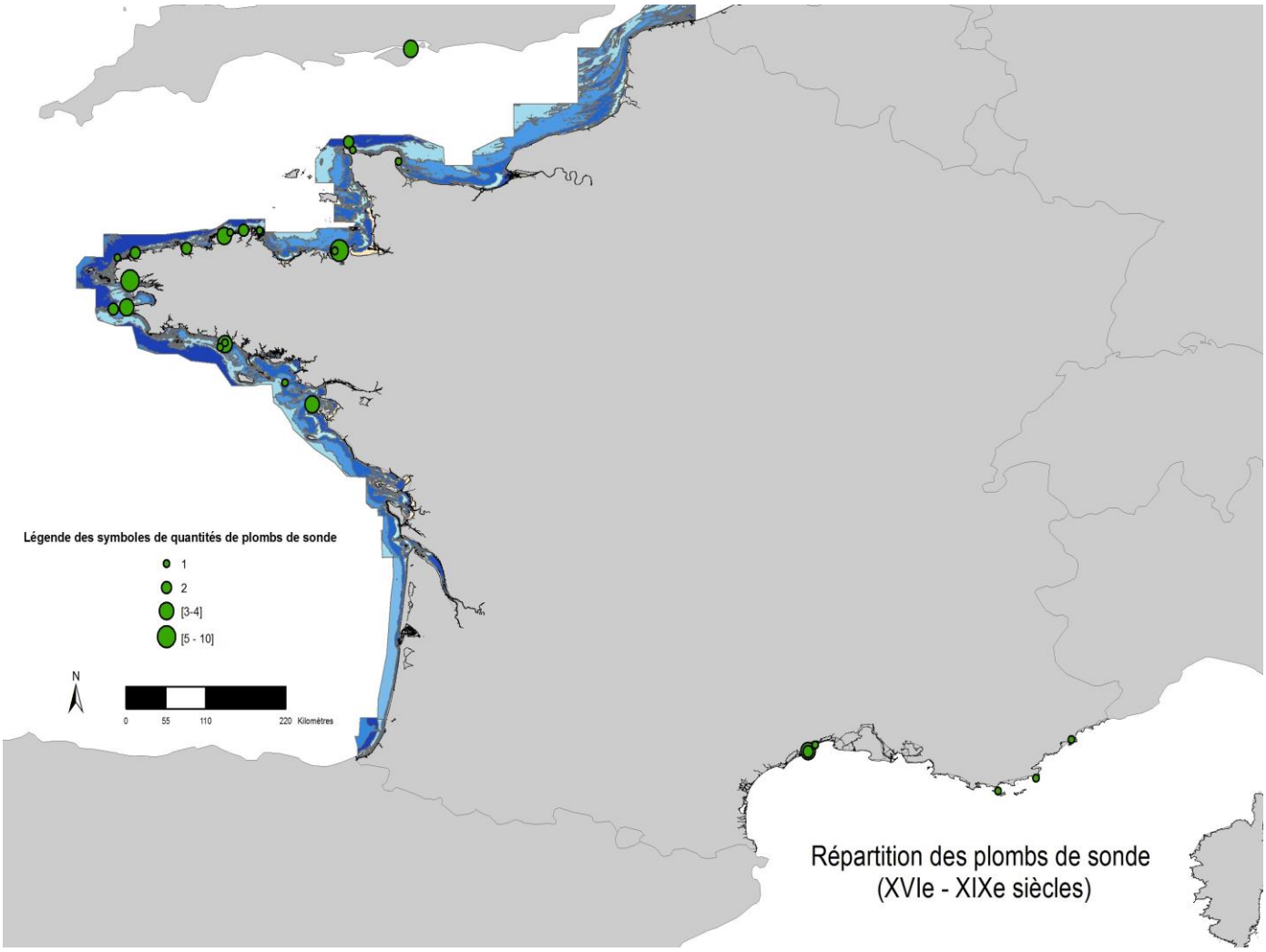


Figure 126 : Carte présentant la répartition des quantités de plombs de sonde retrouvés sur le littoral français, XVIe-XIXe siècles (réalisation personnelle)

Or, si l'on s'en tient aux sources documentaires consultées, ils n'étaient pas plus nombreux que les dalots à bord. On se doit donc de faire le constat d'une inégalité particulièrement étonnante, probablement due à un intérêt privilégié pour certains mobiliers associé à des identifications encore erronées d'autres artefacts tels les dalots.

Les plombs de sonde apparaissent ici majoritairement regroupés par lots de 2 ou 3 ce qui illustre parfaitement les besoins du pilote. En effet, comme nous l'avons déjà évoqué, ce dernier, pour pouvoir sonder à diverses profondeurs, et pour assurer la navigation malgré des pertes potentielles, embarque initialement plusieurs plombs de sonde, de différentes masses (cf 2.4.4). Cet usage de la marine, déjà attesté par les sources écrites, est donc ici confirmé par les données archéologiques.

Nous avons ainsi détaillé les deux principaux apports d'un SIG pour l'archéologue à savoir d'une part, l'étude de la répartition chronologique des vestiges, et d'autre part, la comparaison de la dispersion des quantités des divers types de mobilier en plomb.

Les quantités, les typologies et les datations du mobilier en plomb ont donc été analysées le plus précisément possible compte tenu du temps imparti et de la non exhaustivité des données inventoriées. Ces cartes seront de plus en plus précises et intéressantes à mesure qu'elles seront enrichies par de nouvelles découvertes. La mise en ligne de ces cartes afin qu'elles puissent être complétées par des plongeurs amateurs ou des archéologues professionnels est actuellement envisagée mais cette option doit encore être discutée et validée par le ministère de la Culture, le DRASSM, avant de pouvoir aboutir.

3.4.4. Autres pistes de recherche pluridisciplinaire

Toutefois, il nous a paru nécessaire d'exploiter la totalité des données incluses dans cette base de données. Ainsi, l'ensemble des informations en lien avec les épaves elles-mêmes, telles leur datation, la cause de leur naufrage ou encore leur localisation, n'avaient pas encore été analysées spécifiquement.

Afin d'être en mesure d'interpréter ces informations, il a été nécessaire de croiser à notre analyse d'autres types de données, tels que les contextes historiques ou climatiques lors des naufrages par exemple. Une grande partie des informations traitant du contexte climatique nous ont été fournies lors d'échanges réguliers avec Agnès Baltzer, co-encadrante de ce travail et géographe à l'Institut de Géographie et d'Aménagement Régional de l'université de Nantes.

Ainsi, pour chaque épave identifiée, la cause historique de son naufrage a systématiquement été relevée et intégrée dans cette base de données. En effet, une fois l'épave correctement identifiée par son architecture et/ou son mobilier archéologique, il est très souvent possible de retracer à la fois son parcours et son naufrage d'après les sources écrites contemporaines. La conservation du site archéologique lui-même peut également fournir de précieux indices sur les causes du naufrage, notamment dans les cas d'incendies par exemple.

Afin de pouvoir comparer précisément ces causes, parfois très diversifiées, il a été nécessaire de créer des catégories systématiques dans lesquelles les classer. Deux colonnes ont été créées avec d'une part, la catégorie générale de la cause du naufrage, et d'autre part, les circonstances précises dans lesquelles il a eu lieu. Les catégories sélectionnées ont été les suivantes : erreur de navigation, combat, tempête, incendie, voie d'eau ou indéterminée. Dans certains cas, il a été particulièrement difficile de choisir l'une de ces classes puisque bien souvent, le naufrage est causé par un cumul de facteurs associés. Il faut donc signaler ici que certains choix ont été arbitraires. Pour la compréhension du lecteur, il faut également ajouter que la catégorie tempête regroupe l'ensemble des évènements environnementaux (orages, ouragans, vents violents ou encore les phénomènes de houle importants). De même, le terme d'incendie renvoie en réalité à la fois aux incendies volontaires des navires, comme pour les « brulots » par exemple, mais aussi aux incendies accidentels. Enfin, le terme d'erreur de navigation peut englober des réalités diverses comme un échouage sur un haut fond ou sur une plage, ou encore le heurt d'un récif.

Si l'on recense les quantités respectives de chaque cause de naufrage, on s'aperçoit immédiatement que les erreurs de navigation et les tempêtes sont les facteurs principaux des naufrages entre le XIVe et le XIXe siècle (FIGURE 127) : respectivement 32 et 25 naufrages recensés.

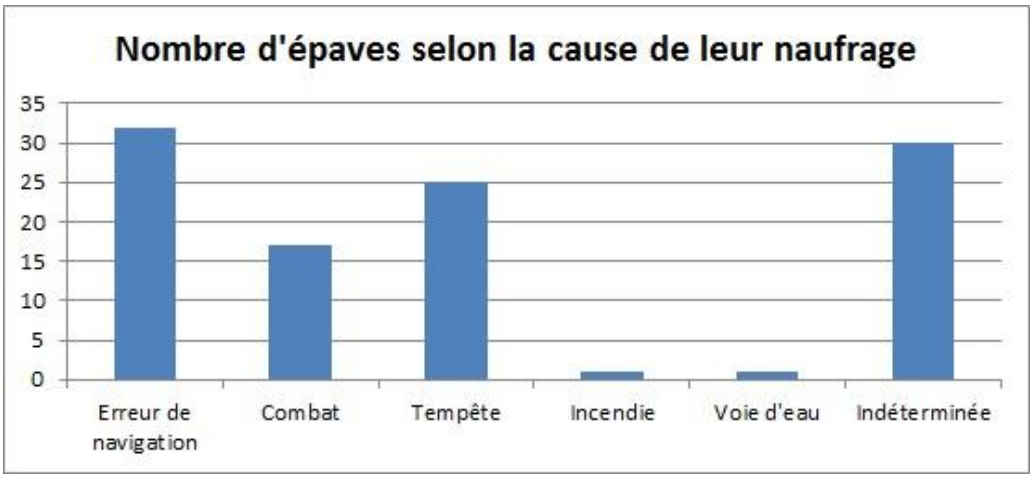


Figure 127 : Graphique représentant le nombre d'épaves selon la cause de leur naufrage, XVIe-XIXe siècle (graphique personnel)

Les combats quant à eux, n'apparaissent qu'au troisième rang des causes de naufrage, 17 entrées recensées, ce qui parait logique considérant la forte probabilité qu'un autre facteur ait pu y être combiné et finisse de provoquer la perte du navire.

Il est toutefois à déplorer qu'une grande part des épaves comportant du plomb n'aient pas révélé suffisamment de caractéristiques spécifiques pour être rattachées à une cause de naufrage, ou à une archive spécifique. La catégorie indéterminée représente donc en réalité la deuxième quantité de ce graphique avec ses 30 entrées. Le graphique produit n'est donc pas parfaitement représentatif de la réalité.

Il a ensuite été possible de cartographier ces données afin d'observer la répartition des causes de naufrage suivant le contexte géographique : relief et profondeur marins, distance à la côte, proximité avec des ports connus etc… (FIGURE 128). Cette carte recense les causes de naufrages des épaves sans distinction de datation (XVIe-XIXe siècles).

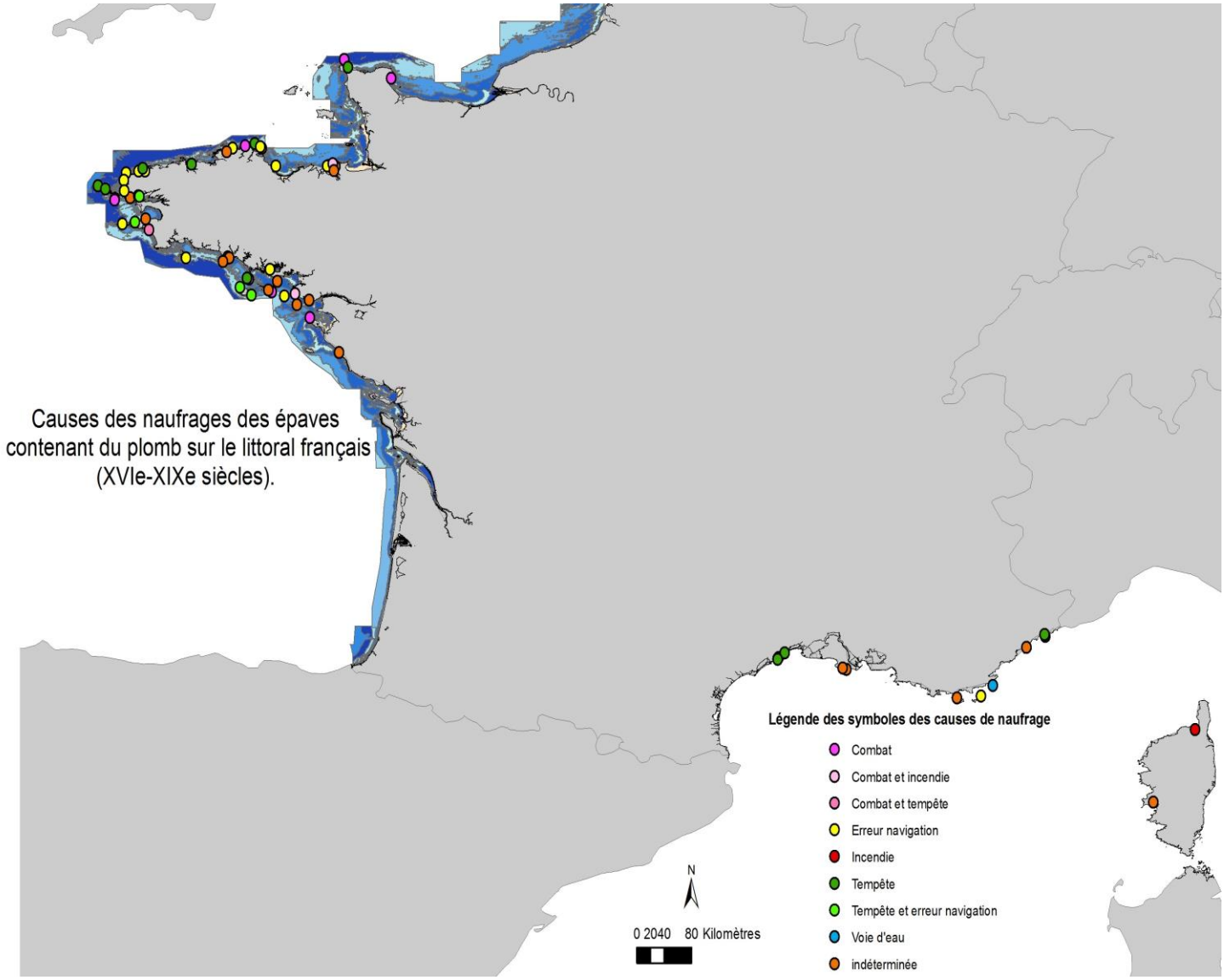


Figure 128 : Carte des causes de naufrage des épaves inventoriées dans le SIG, XVIe-XIXe siècles (réalisation personnelle)

A la vue du faible nombre de données disponible pour le littoral méditerranéen il est impossible de les comparer à celles de la Manche-Atlantique.

Sur cette façade d'ailleurs, on note que l'ensemble des causes de naufrage est représentée et aucune catégorie ne semble être regroupée dans une zone particulière. Toutefois, on observe que les tempêtes et les erreurs de navigation ont frappé plus fréquemment dans les entrées de baie, là où le passage est plus étroit entre les récifs et où l'eau est moins profonde[300]. Dans ces

[300] Le code couleur de la bathymétrie des océans est le suivant : le bleu le plus foncé correspond aux zones les plus profondes et le plus clair aux petits fonds.

zones où la navigation se doit d'être beaucoup plus précise, chaque erreur de navigation ou tempête peut avoir de désastreuses conséquences. Ainsi, la réalisation de ce type de carte permet de mettre en évidence, grâce aux vestiges archéologiques, des zones maritimes plus fréquentées, bien que plus risquées pour la navigation.

Toujours à partir de ces données historiques, il a été possible de recenser le nombre de naufrages en fonction du mois de l'année durant lequel il s'est produit (FIGURE 129). Si l'on observe le graphique qui en a été extrait, on constate une prédominance de naufrage sur les périodes hivernales, de septembre à février-mars environ (39 épaves sont concernées), ce qui est parfaitement cohérent avec les conditions météorologiques fréquemment rencontrées à cette période.

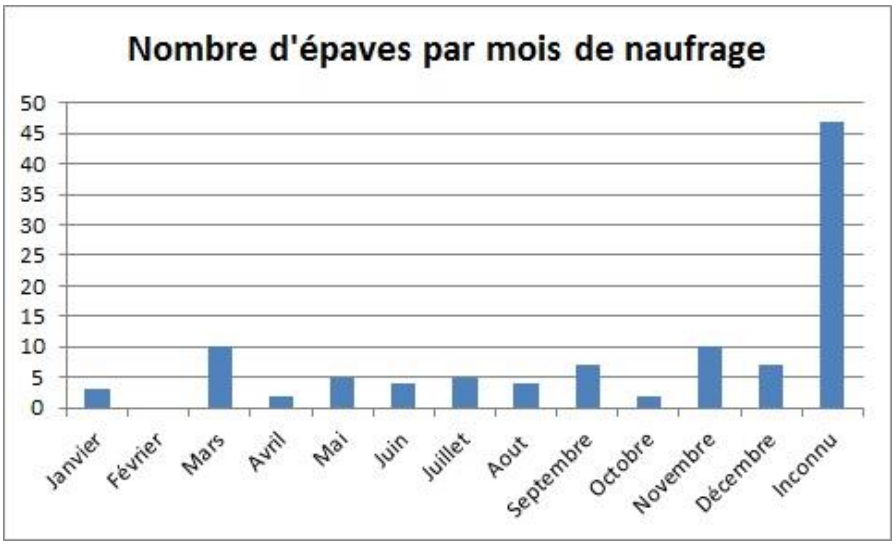


Figure 129 : Répartition du nombre d'épave selon leur date de naufrage, XVIe-XIXe siècles (graphique personnel)

Malheureusement, près de la moitié des épaves ne peuvent être classées dans ce graphique (47 sur les 106 sites totaux) puisqu'elles ne sont pas datées précisément, ou que leur contexte de naufrage n'a pu être identifié. Ces lacunes particulièrement importantes introduisent un biais dans la lecture et l'interprétation de ce graphique.

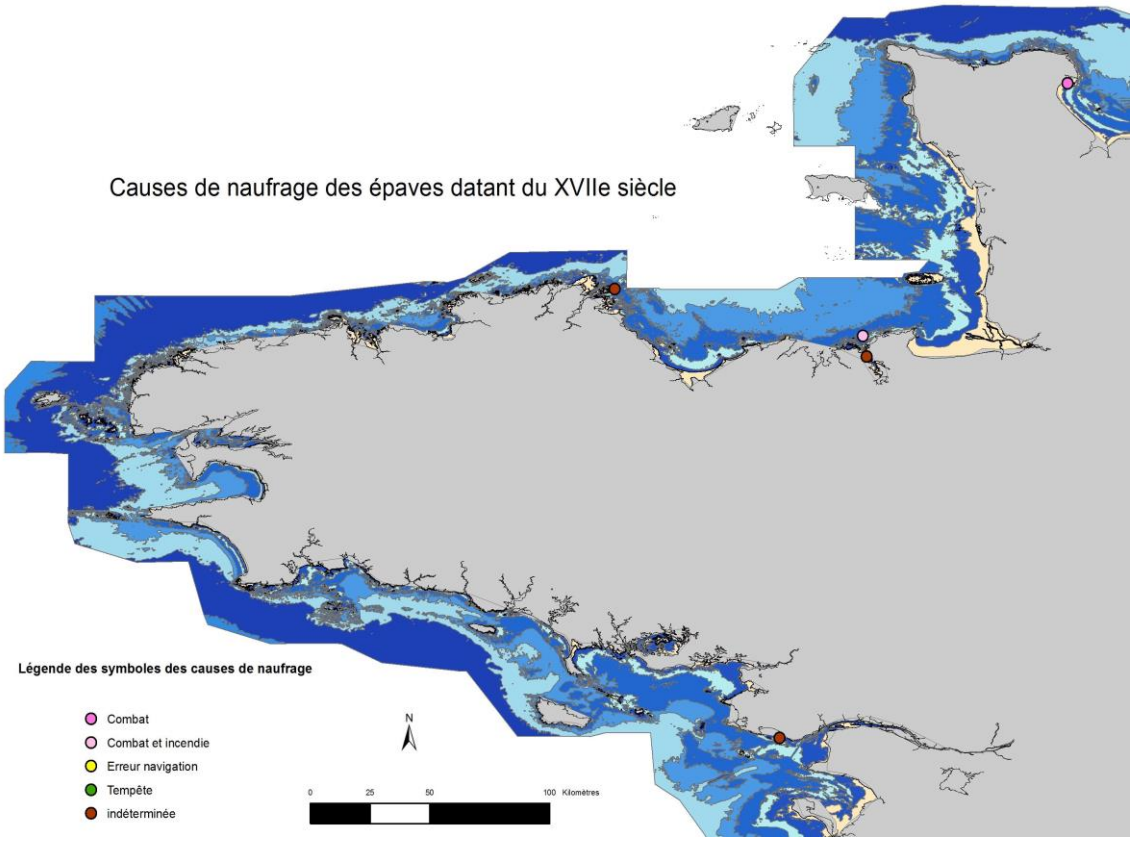
Enfin, nous avons décidé de pousser plus loin encore l'analyse de la répartition des causes de naufrage sur le littoral breton en s'intéressant cette fois à leurs variations chronologiques[301]. Des cartes les reprenant siècle par siècle ont été réalisées afin de faire ressortir d'éventuelles zones de concentration ou à l'inverse, une présence de naufrages uniformément répartis.

Un regroupement de naufrages liés à des tempêtes dans une même zone et sur une période restreinte, bien délimitée, peut ainsi être révélateur d'une récurrence de ces phénomènes météorologiques sur la période étudiée. Toutefois, il a fallu, pour chaque période, se renseigner au préalable sur ses caractéristiques climatiques générales, puis sur celles d'une zone en particulier si des concentrations de naufrage apparaissaient.

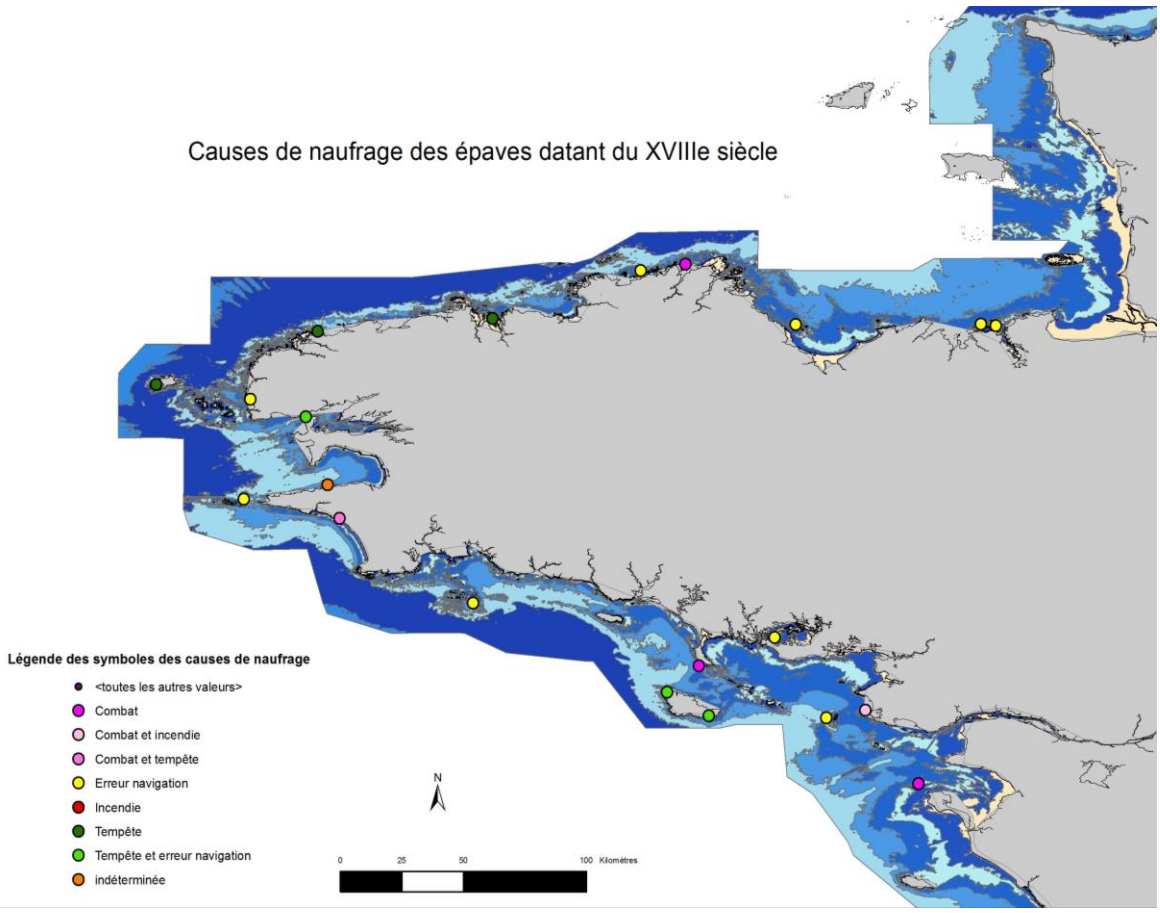
[301] Cette zone a été sélectionnée car elle concentre le plus grand nombre d'épaves modernes du littoral français.

Une répartition de naufrage de toutes causes, tout au long de la côte, sera quant à elle plutôt révélatrice de la fréquentation maritime d'une époque et d'une période de relative accalmie climatique.

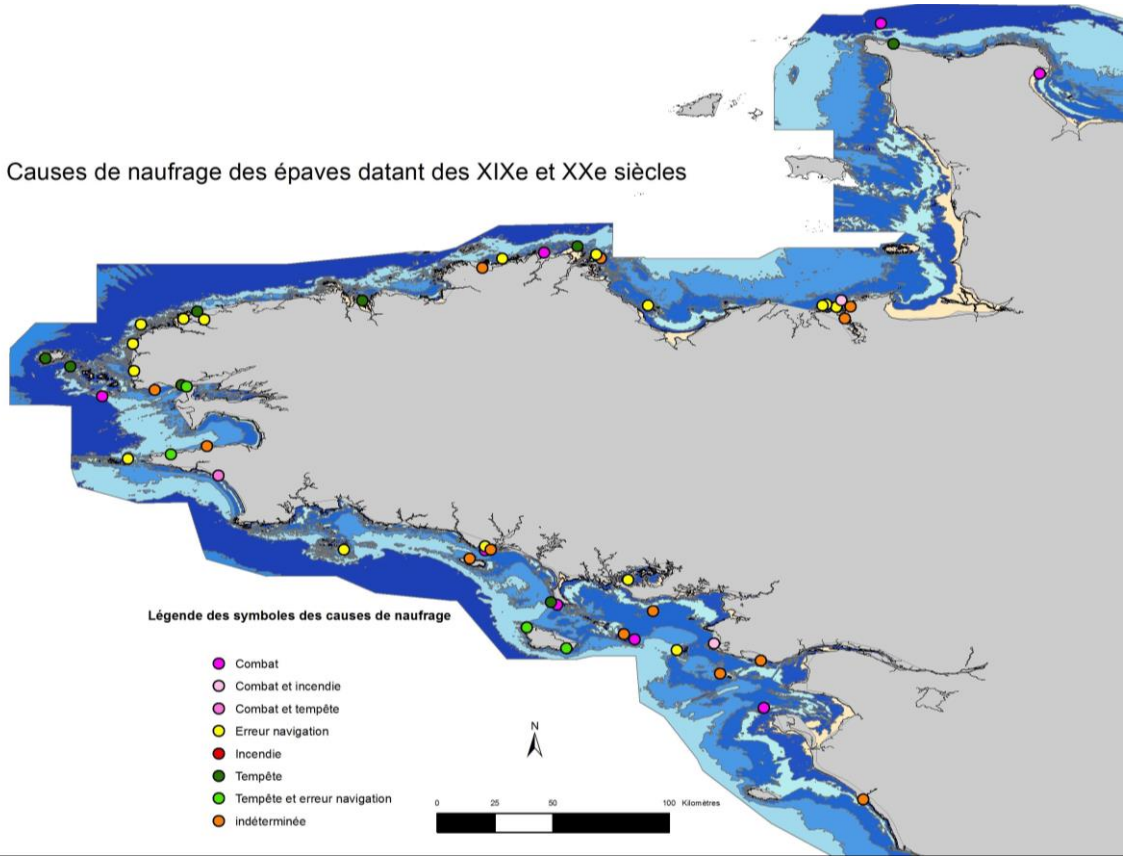
Les cartes sont présentées ci-dessous chronologiquement, depuis le XVIIe siècle jusqu'aux XIXe-XXe siècles (FIGURE 130 a-c). La dernière présente les données liées aux sites qui n'ont pu être datés au siècle près, et qui ont donc été regroupés au sein de la période moderne (FIGURE 130 d). Aucune représentation n'a malheureusement pu être réalisée pour le XVIe siècle, devant le manque criant de données pour cette période.



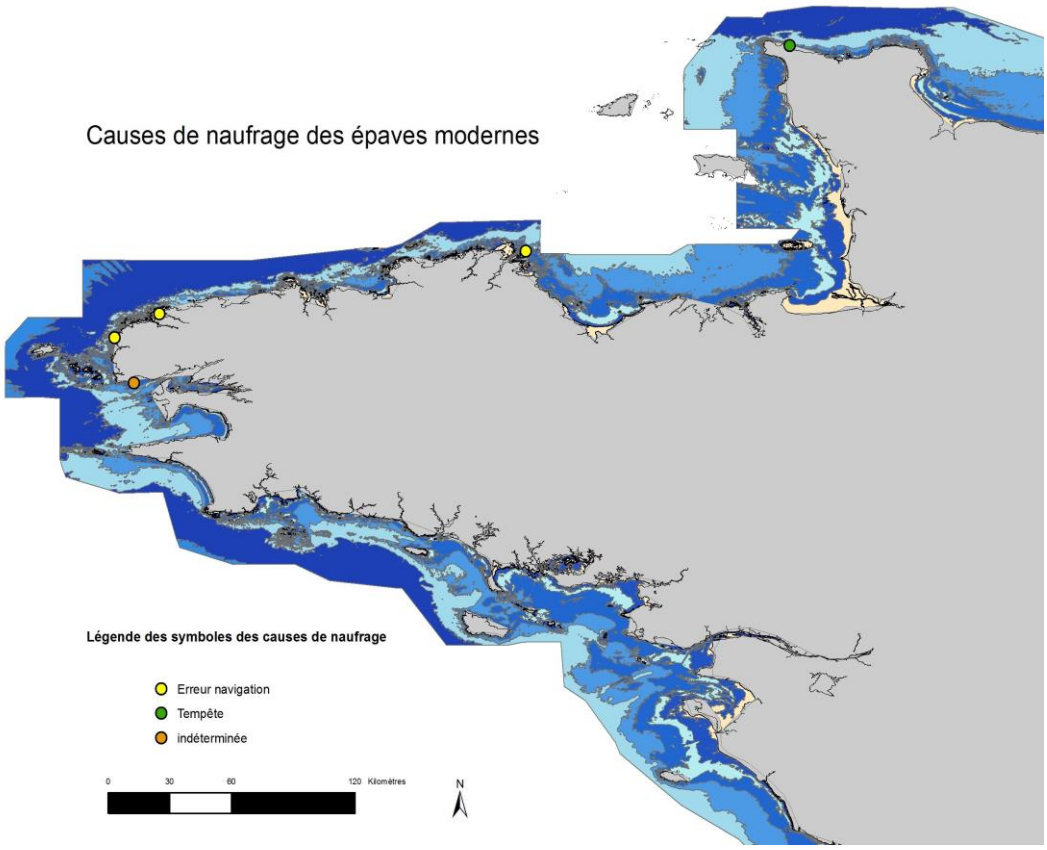
a)


Causes de naufrage des épaves datant du XVIIIe siècle
Légende des symboles des causes de naufrage
<toutes les autres valeurs>
Combat
Combat et incendie
Combat et tempête
Erreur navigation
Incendie
Tempête
Tempête et erreur navigation
indéterminée
N
0 25 50 100 Kilomètres

b)


Causes de naufrage des épaves datant des XIXe et XXe siècles
Légende des symboles des causes de naufrage
Combat
Combat et incendie
Combat et tempête
Erreur navigation
Incendie
Tempête
Tempête et erreur navigation
indéterminée
N
0 25 50 100 Kilomètres

c)



d)

Figure 130 : Cartes de la répartition des causes des naufrages par période chronologique. De gauche à droite et de haut en bas : a-XVIIe, b-XVIIIe, c-XIX-XXe siècles et d-période moderne (réalisations personnelles)

La carte (a), présentant les causes de naufrage recensées pour le XVIIe, est particulièrement peu fournie. Seuls cinq sites y sont représentés et trois d'entre eux n'ont pas de cause déterminée à ce jour. L'unique constat possible est que seul le combat semble avoir causé les naufrages des deux autres sites mais nous ne pouvons à ce stade, établir si cela est le résultat d'une période particulièrement calme climatiquement ou si ce n'est qu'un hasard des découvertes.

Les cartes pour les XVIIIe et XIX-XXe siècles sont quant à elles les plus fournies (b et c), conséquence directe de la prédominance des épaves de ces périodes dans les découvertes archéologiques, toutes études confondues.

En ce qui concerne le XVIIIe siècle, on remarque des épaves situées sur tout le pourtour breton, relativement proches des côtes et des récifs, soit dans des eaux peu profondes. Les naufrages ont, une fois encore, été causés principalement par des erreurs de navigation et des tempêtes violentes ayant des impacts dévastateurs sur des navires à proximité de roches.
Ces causes climatiques semblent avoir été concentrés vers la pointe Nord-Ouest de la Bretagne (entre Brest et Morlaix) ainsi qu'autour de Belle-ile-en-mer, dans le sud. Faut-il y voir le reflet de zones plus soumises aux vents et mouvements de mers à cette période, ou bien est-ce uniquement dû à une plus grande fréquentation maritime de ces zones ? Nous ne pouvons statuer à ce jour sur cette question, sachant que ces deux facteurs peuvent également être combinés.

Une concentration de naufrages imputables à des combats semble émerger entre Noirmoutier et Quiberon. Ce regroupement peut être lié à l'importance croissante des ports de cette région au XVIIIe siècle, soit Lorient, Nantes et le Croisic, entrainant de nombreux combats pour défendre ces positions mais aussi pour protéger les multiples navires chargés de marchandises précieuses qui y transitaient.

Puis, sur la carte du XIXe-XXe siècle, on constate à nouveau la prédominance des tempêtes et erreurs de navigation comme causes principales de naufrages sur l'ensemble de la Bretagne. Cependant, on note tout de même que ces évènements se concentrent là encore dans les zones proches des côtes et attenantes aux ports les plus importants, à savoir du Nord-Est au Sud-Est : Saint-Malo, Morlaix, Brest et toute la baie entre Lorient et Saint-Nazaire.

Enfin, sur la carte réalisée pour les épaves rattachées plus largement à la période moderne (d), seuls cinq sites y apparaissent, dont trois sont imputables à des erreurs de navigation. Cette fois encore, ils se situent à proximité immédiate des ports fréquentés comme l'était Brest par exemple.

Nous pouvons donc conclure d'une manière générale que la répartition spatiale des causes de naufrage révèle principalement les zones dangereuses, à fortes fréquentations maritimes comme pouvaient l'être l'entrée des baies et des ports.

Ces cartes devraient, à l'avenir, être complétées par l'ajout de données environnementales afin d'estimer si au cours de chacune de ces périodes, des phénomènes climatiques connus des scientifiques ont pu provoquer ces naufrages. Ce type d'étude est encore relativement inédit dans l'analyse climatique et peut apporter, dans le futur, un nouvel éclairage sur la navigation de l'époque, ses dangers, et l'adaptation des hommes dans leurs choix de mouillage etc. aux conditions climatiques de leur époque.

--- Partie 4 ---

Vers une définition du plomb embarqué...

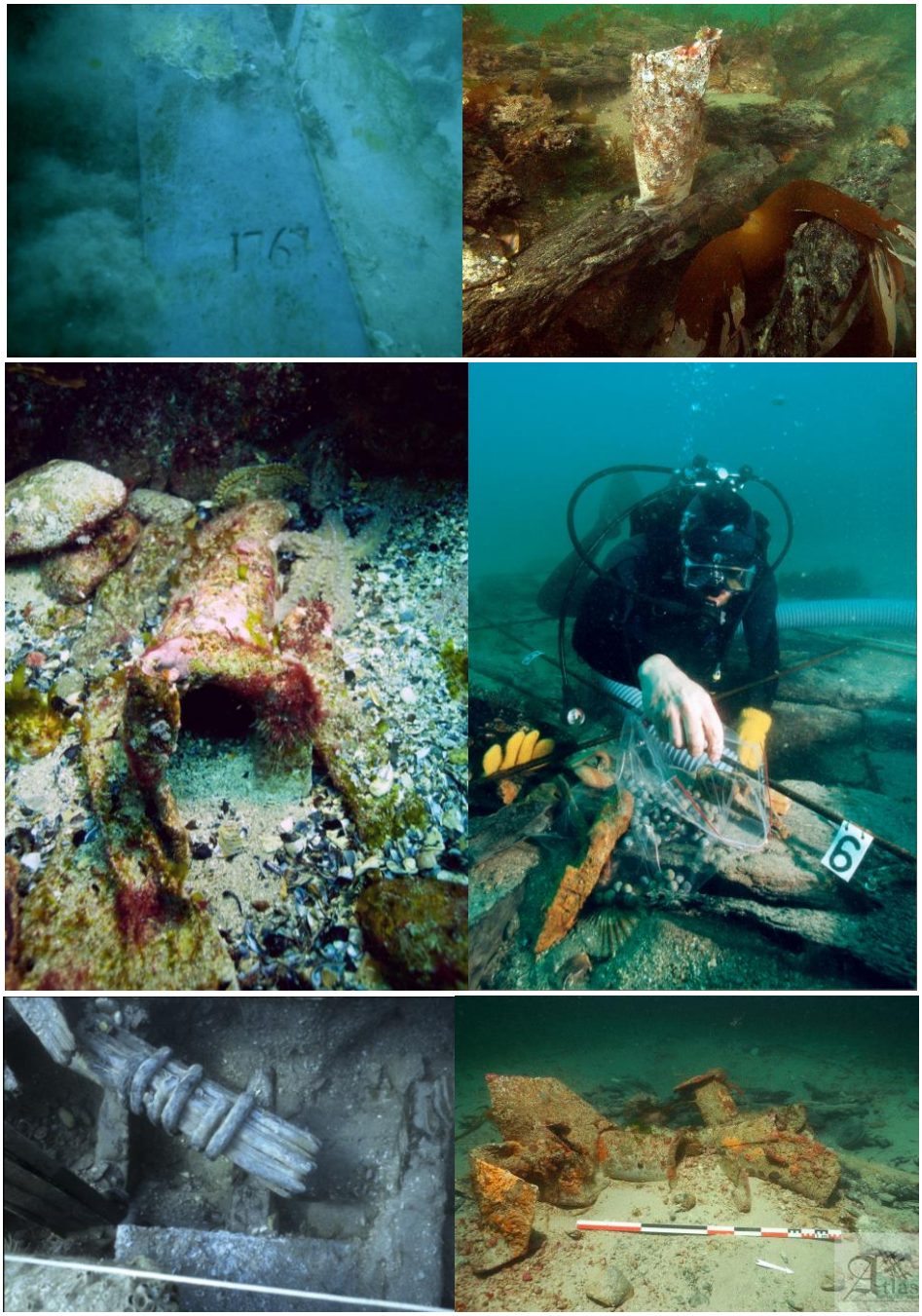


Figure 131 : Mosaique d'artefacts en plomb dans leurs contextes de découverte. De gauche à droite et de haut en bas : date inscrite sur un lingot du site de Penhors, Finistère / dalot encore inséré dans le bordé de la *Dauphine*, 1704 / dalot mis au jour sur le *Rhône*, 1790 / prélèvement de balles de plomb sur *L'Aimable Grenot*, 1749 / fagot de barres de plomb sur le site Aresquiers 8, XIXe-XXe / lot de conduits en plomb sur le site d'Aber Wrach' 2, fin XVIIe-deb XVIIIe (photos D. Metzger/ H. Priol / T. Seguin / T. Penot / base Atlas Adramar)

4. Vers une définition du plomb embarqué

Après avoir exposé les diverses problématiques envisagées pour cette recherche, puis présenté les axes d'étude mis en œuvre pour y répondre et, enfin, évoqué les principaux résultats obtenus à partir des sources documentaires et des analyses pluridisciplinaires, nous allons maintenant consacrer la dernière partie de ce texte à l'analyse archéologique du mobilier en plomb lui-même.

Il s'agit ici, non seulement de définir chaque type de mobilier en plomb recensé au cours de ce travail, mais aussi de proposer des hypothèses d'interprétation fonctionnelle ou typo-chronologique de ces artefacts.

Cette démarche, au cœur de toute recherche archéologique, est ici fondamentale puisqu'elle permet de créer ce catalogue inédit du mobilier en plomb du XVIe au XIXe siècle recensé à ce jour sur le littoral français[302].
Cet inventaire regroupe tout d'abord les caractéristiques morphologiques de chaque type de mobilier à savoir son aspect visuel général, ses dimensions, sa masse et les traces qu'il peut porter. Ensuite, les critères discriminants servant à l'identification de chaque type d'artefact ont été établis. Ces données devraient faciliter à l'avenir le repérage *in situ* du mobilier par les archéologues et leur caractérisation.

Des analyses morphologiques et statistiques ont également été menées afin de mettre en évidence de potentiels regroupements, et de pouvoir ensuite les classifier et les interpréter archéologiquement. Ces études comparatives approfondies ont été menées au sein de chaque catégorie de mobilier découvert : plomb brut, semi-manufacturé ou manufacturé pour l'architecture navale et le mobilier du bord. Par cette méthodologie, il a parfois été possible de repérer des ressemblances numériques et/ou morphologiques entre certains artefacts. Ces rapprochements, lorsqu'ils étaient réellement significatifs, ont permis la création de groupes. Ces derniers ont aussi été intégrés et détaillés dans ce catalogue, accompagnés de la description des critères ayant été décisifs pour leur constitution.

Ont également été rappelés dans ce catalogue la terminologie historique associée à chaque artefact, sa fonction à bord si elle est identifiée et son mode de mise en œuvre par les marins de l'époque. Une partie de ces informations a déjà été détaillée au sein du chapitre 2.4. évoquant le mobilier en plomb théoriquement présent à bord des navires. Toutefois, la réalité archéologique peut permettre de compléter certaines de ces définitions parfois lacunaires, ou d'en nuancer les propos. La caractéristation précise de chaque type de mobilier en plomb est donc essentielle, tant les méconnaissances et lacunes sur le plomb persistent encore de nos jours.

[302] Rappelons ici que l'ensemble de ce catalogue est présenté sous la forme de fiches allégées dans le volume II de ce travail et sous la forme de fiches détaillées jointes sur la version électronique.

Enfin, ce catalogue fait apparaitre l'ensemble des réflexions menées autour de ces artefacts : leur provenance potentielle, la signification de leurs traces et de leur positionnement *in situ*, ou encore leurs évolutions morphologiques et chronologiques. L'analyse détaillée de ces évolutions rend parfois possible l'établissement d'hypothèses de typo-chronologies pour certains artefacts. La présence de groupes au sein de certaines catégories de mobilier peut également être interprétée chronologiquement, afin de voir si ces derniers se succèdent ou s'ils coexistent, mais elle peut aussi traduire des origines géographiques ou des modes de production variés. Toutes ces réflexions sont mentionnées ici en vue de fournir un maximum d'informations exploitables aux archéologues travaillant sur des objets en plomb.

Rappelons que l'inventaire mené au cours de cette recherche a intégré quelques artefacts provenant de sites étrangers. Aussi, le catalogue présenté ici peut en réalité avoir une portée mondiale. De plus, comme nous l'avons déjà prouvé, le plomb circule très largement dans le monde, et ce dès l'Antiquité ce qui conforte la valeur internationale de ce travail et rend possible l'extrapolation des hypothèses qui auront été envisagées.

La représentativité chronologique quant à elle n'est malheureusement pas parfaite puisque, comme nous l'avons déjà mentionné, le nombre de sites datant des XVIe et XVIIe siècles reste faible en comparaison avec l'importance des données des XVIIIe et XIXe siècles. Cette disproportion se retrouve de fait au sein des quantités d'artefacts en plomb de chaque période.

Les propos suivants respecteront les différentes catégories de mobilier en plomb mis au jour, allant de la forme la plus brute, à la plus manufacturée. Nous avions déjà présenté ce classement plus haut (cf 3.1.3).
Cette présentation, par groupes fonctionnels, est certes un « catalogage » mais elle est nécessaire pour rendre compte de la diversité des usages du plomb à bord des navires et permettre une plus grande facilité de lecture et de recherche pour les scientifiques qui liraient ce volume. De plus, il était impossible de comparer morphologiquement entre eux des éléments ayant des fonctions totalement différentes.

4.1 Le plomb brut et semi-brut

Ce premier chapitre portera donc tout d'abord sur l'étude du plomb brut, sous la forme de saumons, puis sur l'analyse des formes semi-brutes, à savoir les plombs en table et feuilles de plomb.

Comme nous l'avons vu, les saumons[303] représentent la forme la plus largement employée pour la commercialisation du plomb à sa sortie d'une mine. Du fait de sa masse élevée, son transport s'effectuait presque uniquement par voies d'eau[304].

Ce plomb brut est donc non seulement transporté mais aussi particulièrement nécessaire aux navires en bois de cette période, notamment pour les deux raisons suivantes.
La première est de servir de lest au navire grâce à la grande densité de ce métal. On parlera toutefois plutôt de lest « utile » car comme nous l'avons vu, le plomb n'est jamais cité comme lest habituel dans les sources écrites, contrairement aux gueuses de fer, à la pierre ou au sable par exemple. Ces masses de plomb embarquées n'avaient donc pas comme fonction première de lester le navire, mais, par leur seule présence à bord, elles remplissaient de fait ce rôle. Le plomb brut pouvait donc être chargé à bord comme cargaison commerciale, revendu à l'arrivée mais servant de lestage durant la traversée.
Son second rôle est de servir de matière première, utilisable immédiatement à bord si le besoin s'en fait sentir. Or, pendant les longs trajets hauturiers, il était fréquent que l'équipement du bord ou la coque elle-même nécessitent d'être remplacés ou réparés. Ainsi, grâce à sa malléabilité et à son faible coût, le choix de ce matériau s'imposait fréquemment pour toutes les réparations quotidiennes, comme nous le détaillerons plus loin (lampes à huiles, doublage de coque etc…). Suivant la durée des navigations à réaliser il n'était pas rare que les équipages embarquent plusieurs centaines de kilos de plomb brut et/ou semi-brut à cet effet, lestant ainsi le navire concurremment. Ainsi, les quantités de plomb brut à bord des navires étaient souvent très importantes et, par conséquent, il n'est pas rare d'en retrouver une grande partie encore présente sur les épaves découvertes et fouillées.

4.1.1. Les saumons

Le plomb d'œuvre, une fois récupéré des minerais extraits de la mine, était coulé en saumons afin de pouvoir ensuite être commercialisé, exporté, puis refondu et manufacturé par les plombiers dans leurs ateliers pour servir de matière première à la fabrication de feuilles de plomb et d'une infinité d'objets.

[303] Rappelons ici que nous emploierons plutôt le terme de saumon d'un point de vue historique, tandis que l'analyse archéologique du mobilier parlera de lingots, terme actuel pour décrire ce type de vestiges. La mise en forme de ces artefacts a été présentée au chapitre 2.2.2 de ce volume.
[304] La question du transport de ce plomb brut a elle aussi déjà été évoquée (cf 3.1.1).

Rappelons que le sens de coulée est inversé par rapport au sens réel de pose du lingot une fois celui-ci démoulé (FIGURE 132).

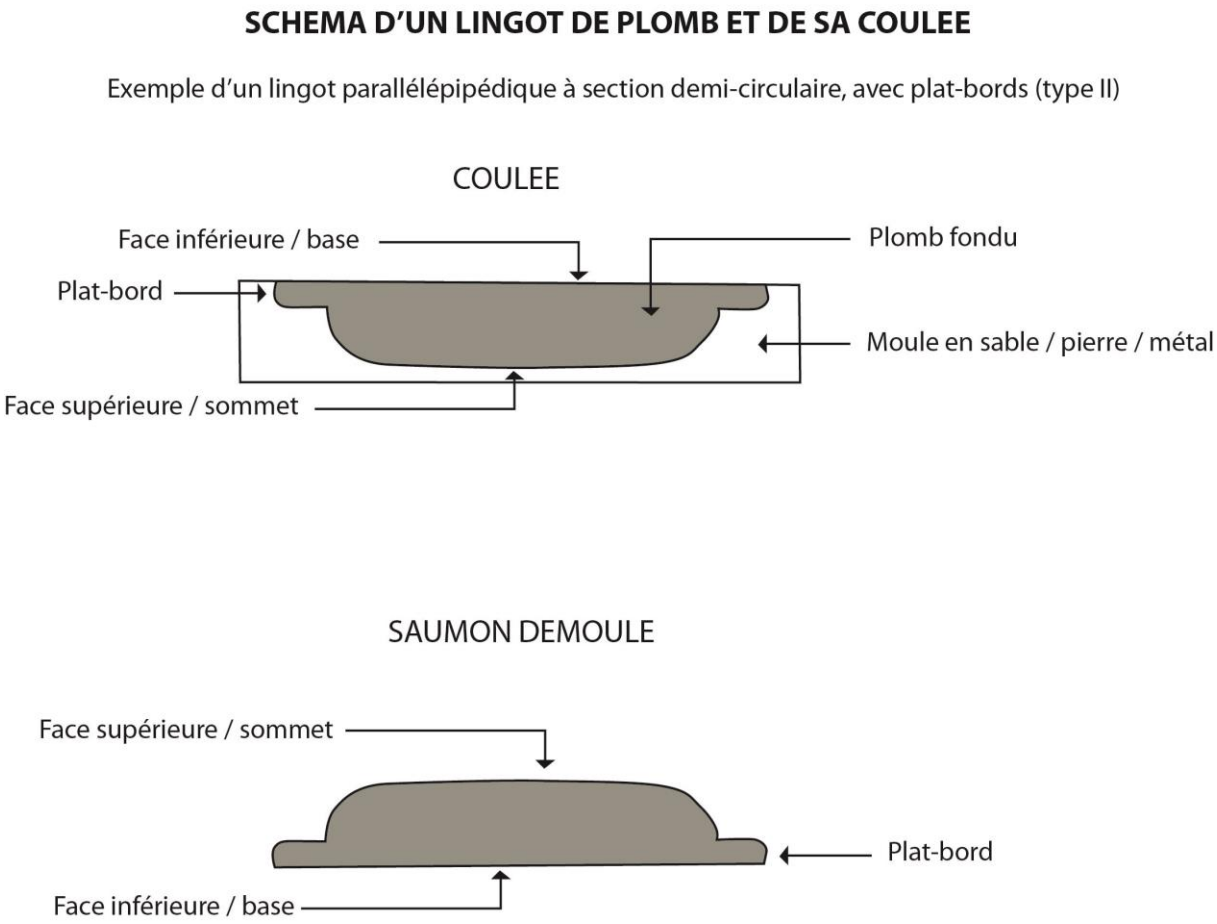


Figure 132 : Schéma de la nomenclature d'un saumon de plomb lors de sa coulée et une fois démoulé (réalisation personnelle)

C'est pourquoi, lorsque nous parlerons dans ce texte de la « face inférieure » du lingot, ou de « sa base », il s'agira en réalité de la face supérieure lors de la coulée, située vers l'extérieur du moule, et inversement pour ce qu'on nommera le « sommet » du lingot ou « face supérieure ». Bien que pouvant être déstabilisant pour le lecteur, nous avons choisi ces appellations pour visualiser le lingot dans son sens de pose et de manipulation habituel.

La coulée entraine, lors du refroidissement du plomb, un retrait de matière, qui se traduit visuellement par une légère dépression, une « retassure », située dans la longueur de la base du lingot démoulé (FIGURE 133).



Figure 133 : Retrait de matière sur la longueur de la base du lingot lors de son refroidissement, Num 488, épave du *Zuiddorp*, Australie, 1712 (photo Western Australian Museum)

Cette coulée en bloc est la plus aisée à produire et compte tenu de la masse qu'il contient, le saumon correspond également à la morphologie la plus facile à transporter et à manipuler. En effet, une forme plus mince devrait être extrêmement allongée pour renfermer cette même quantité de métal et compte tenu de la malléabilité du plomb elle ploierait sous ce poids. Toutefois, comme nous l'avons vu, les saumons peuvent prendre des formes variées qui se révèlent plus ou moins adaptées à leur transport et manipulation.

Le mobilier inventorié au cours de cette recherche atteint un total de 411 lingots de plomb, répartis entre 30 sites archéologiques dispersés sur toute la surface du globe. Ils représentent 89 fiches inventaires sur un total de 569, soit près de 15,6 % de l'inventaire complet. Toutefois, un certain nombre de ces fiches n'ont pu être remplies entièrement car les données dont nous disposions au travers des publications étaient souvent lacunaires et/ou trop générales. Ainsi, ce ne sont en réalité que 69 fiches, soit 378 lingots du monde entier, qui sont exploitables pour des analyses plus poussées.
Il a été choisi, pour les lingots trop nombreux ou pour ceux pour lesquels nous n'avions pas assez de données, de les regrouper par lot, sur une seule fiche inventaire commune s'ils étaient suffisamment proches morphologiquement. C'est notamment le cas de ceux provenant du *Modern Greece*, naufragé en 1862, car cette épave compte non moins de 70 lingots qui ont été remontés mais pour lesquels les mesures et caractéristiques n'ont pas été fournies individuellement. Ainsi, même si ces regroupements peuvent, de fait, modifier les statistiques obtenues, il n'a pas été possible de procéder autrement dans le cadre des trois années imparties pour cette présente étude.

Géographiquement, une large majorité d'entre eux provient de l'étranger, 254 contre 122, puisque, comme nous l'avons dit, il a été choisi d'intégrer systématiquement au corpus l'ensemble des études archéologiques présentant des lots de lingots de plomb, et ce, afin d'augmenter la quantité d'artefacts disponibles pour les comparaisons morphologiques, l'analyse de leurs marques et les études chronologiques.

Si l'on observe morphologiquement l'ensemble des artefacts inventoriés, on remarque immédiatement une très large variété de formes, parfois même au sein de la même épave. C'est notamment le cas sur le *Zuiddorp,* navire de commerce de la VOC naviguant vers le port de Batavia quand il fit naufrage en 1712 au large de l'Australie. La planche typologique des lingots mis au jour sur ce site, publiée dans la revue *International Journal of Nautical Archaeology,* nous fournit une parfaite illustration (FIGURE 134).

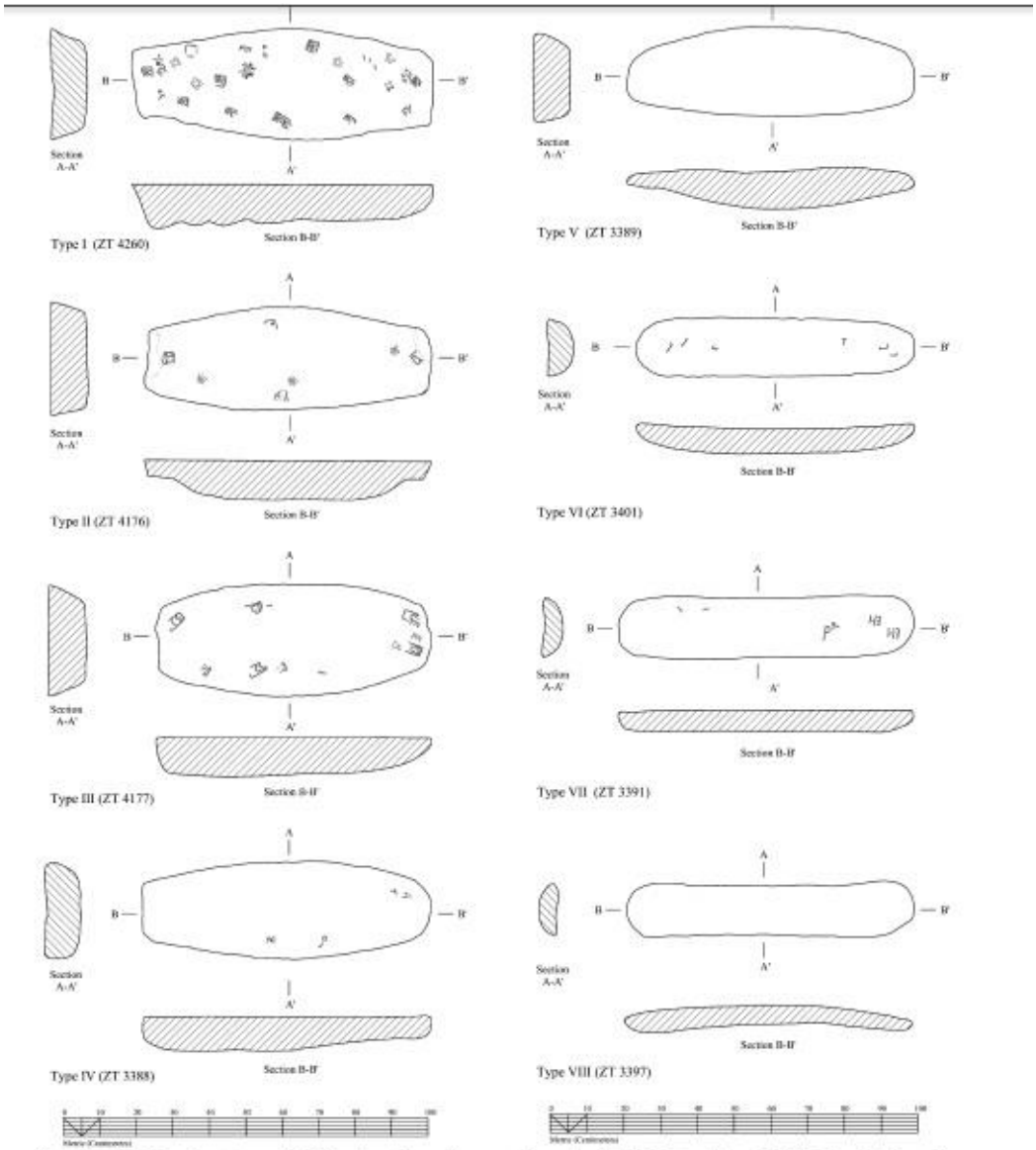


Figure 6. Zuiddorp ingots types I–IV showing the cooling surfaces of the respective pigs. (J. Stedman and W. van Duivenvoorde)

Figure 7. Zuiddorp ingots types V–VIII showing the cooling surfaces of the respective pigs and pieces. (J. Stedman and W. van Duivenvoorde)

Figure 134 : Planche typologique proposée pour le classement des lingots découverts sur l'épave du *Zuiddorp*, 1712, Australie (Van Duivenvoorde *et al.*, 2013, figures 6 et 7 p. 157)

Sur cette planche, un exemplaire représentatif de chaque forme de lingot repérée par les auteurs a été dessiné. Sans rentrer dans l'analyse détaillée des types définis ici, nous constatons immédiatement une très grande variation morphologique entre les lingots de forme

ovale, assez larges, aux extrémités plus ou moins droites et de section trapézoïdale, et ceux plus allongés, aux extrémités arrondies et à la section demi-circulaire.

Si ces assemblages hétéroclites ne semblent pas avoir été la norme puisque de nombreux autres sites ont quant à eux livré des cargaisons très homogènes comme sur la frégate *Boussole* (1788), il ne s'agit pas non plus d'un cas isolé. Ainsi, on retrouve cette même diversité sur un certain nombre de sites archéologiques comme sur l'épave de *Poompuhar*, naufragée en Inde au XVIIIe siècle (FIGURE 135).

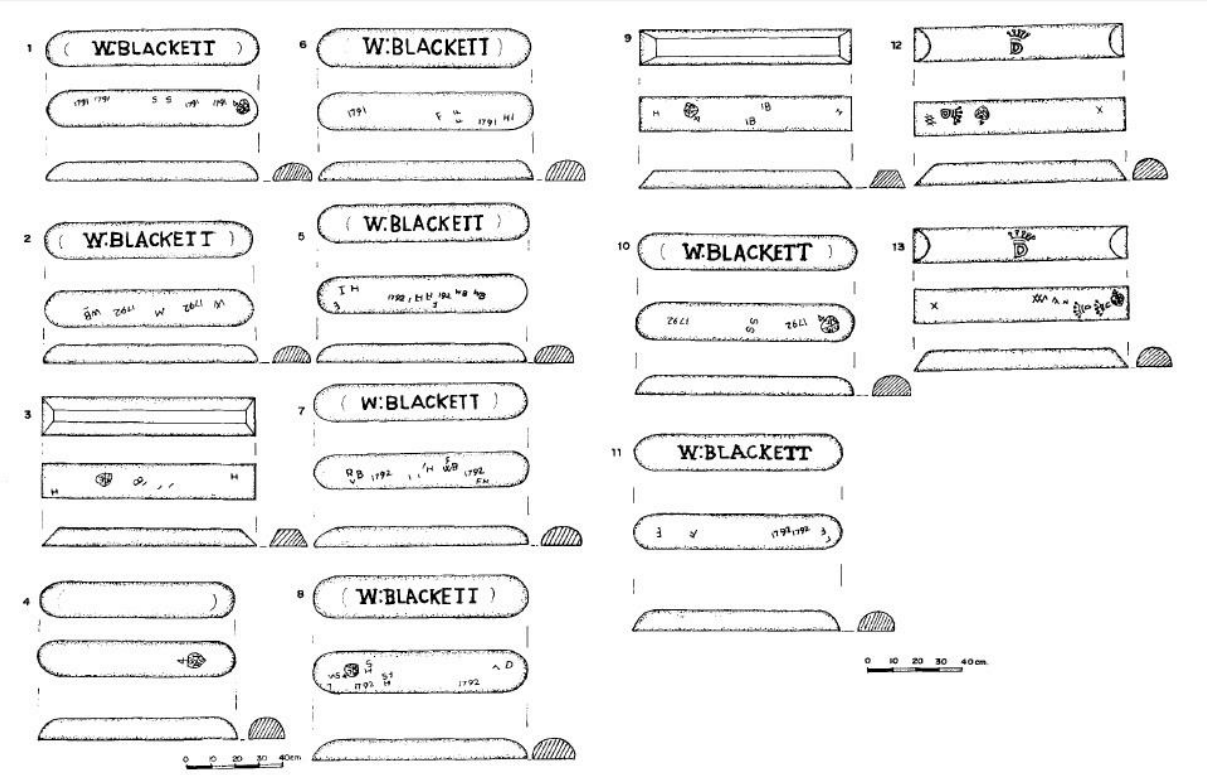


Figure 135 : Dessins des lingots remontés de l'épave de *Poompuhar*, XVIIIe siècle, Inde (Dessin S. B. Chitari dans Tripati *et al.*, 2003, fig. 12, p. 233)

Si des lingots aussi divers étaient transportés à bord du même navire, il sera pertinent d'étudier à l'avenir leur composition chimique afin d'établir s'ils peuvent provenir d'une même origine et d'un même fournisseur, ou s'ils témoignent au contraire, d'un approvisionnement multiple. Malheureusement, l'absence de tels assemblages hétéroclites sur nos littoraux n'a pas permis de mettre en place ce type d'étude au cours de cette thèse.

Dans l'attente de ces résultats potentiels, il est tout de même possible d'émettre l'hypothèse que de telles variations morphologiques d'un type de mobilier unique, sur une même époque, puissent témoigner de l'existence de caractéristiques spécifiques à chacune de ces morphologies. Ainsi, la forme du lingot pourrait être liée à sa masse, à son lieu de production ou encore être révélatrice de la pureté du métal employé.

Comme nous l'avons vu, certains auteurs du XIXe siècle liaient la forme du saumon à son origine géographique[305] mais les formes évoquées étaient particulièrement succinctes : des saumons allongés en provenance d'Espagne et des saumons plats et carrés venant de France. Les autres auteurs ne spécifient pas la forme prise par le lingot selon sa provenance, et ne les distinguent que par le biais de leurs masses. Il est impossible d'éclaircir ce point par les seules observations visuelles des lingots. L'unique moyen de vérifier ces propositions serait de réaliser des analyses isotopiques sur des chargements aux formes hétéroclites afin d'identifier les provenances respectives de chaque type de forme. Puisque aucun chargement ne répondant à ces critères n'a pu être mis au jour sur le littoral français, il serait souhaitable, à l'avenir, que des collaborations puissent être mises en place avec des collègues étrangers pour réaliser ces analyses et corroborer ou non ces données documentaires.

Un autre auteur tardif, Manuels-Roret, évoque quant à lui, dans son ouvrage portant sur la métallurgie du milieu du XIXe siècle, un lien direct entre la pureté du plomb mis en lingot et sa forme : « *Le métal provenant des fourneaux à coupelle est en saumons arrondis, moins durs et moins sonores que les saumons à angles droits fondus dans les fourneaux à soufflets et que l'on préfère pour la fabrication du minium, du plomb commun à giboyer et divers autres usages* »[306]. Ainsi, même si cette affirmation est plus tardive que le cadre de travail de cette thèse, elle n'en reste pas moins à considérer. D'autant que cette hypothèse est également celle privilégiée par Lynn Willies, chercheur anglais ayant longuement travaillé à l'étude de divers chargements de lingots découverts en contexte d'épaves sous-marines mais aussi sur le plomb issu de Grande-Bretagne et des mines du Derbyshire notamment. C'est d'ailleurs dans son étude intitulée « Derbyshire Lead Smelting in the Eighteenth and Nineteenth Centuries », publiée en 1990, qu'il mentionne ce lien explicitement : « *The quality of the lead was indicated partly by the shape. Ingots with rounded ends were of ore furnace lead, soft and pure, whilst square ends indicated slag lead* »[307]. Cette citation peut se traduire de la manière suivante : les lingots présentant des extrémités arrondies sont les plus purs et tendres et sont issus d'un four à réverbère, tandis que ceux aux bouts carrés indiquent du plomb issu d'un retraitement. On constate que la distinction binaire réalisée par Lynn Willies est la même que celle citée plus haut puisque les lingots arrondis correspondent aux plus purs, tandis que ceux aux extrémités droites sont de mauvaise qualité.

Parmi les lingots qui ont été analysés chimiquement au cours de cette thèse, ces deux grandes morphologies ont été considérées. Ainsi, les trois lingots découverts sur le site des Grands Cardinaux (Num 149, 187 et 190) sont arrondis, de même que ceux provenant de la *Boussole* (Num 171 à 174). A l'inverse, les six lingots issus des épaves *Ariane et Andromaque* (Num 178), le lingot du *Cadix* (Num 188), et les trois provenant du site de Men Garo 1 (Num 150, 175 et 176) présentent des extrémités carrées. Toutefois, il est délicat de comparer directement les résultats de leurs compositions chimiques puisqu'elles peuvent résulter à la fois de la composition du minerai de départ mais aussi du processus de fabrication utilisé. De

[305] Se référer pour ces citations aux paragraphes 2.2.2 et 2.4.1 de ce texte.
[306] RORET 1854, p. 14-18.
[307] WILLIES 1990, p. 17

plus, les datations de ces lingots s'échelonnent de la fin du XVIIe siècle pour Men Garo 1 à la fin du XIXe siècle pour le *Cadix*, ce qui provoque un biais chronologique non négligeable dans leur comparaison directe. Cependant, si l'on se reporte aux résultats des analyses élémentaires et isotopiques fournies précédemment (TABLEAUX 10 et 11), il est intéressant de noter que les lingots présentant une forme arrondie ont pu être associés à une probable production anglaise, autour de la région de Liverpool, tandis que les lingots aux bords droits semblent provenir de régions très variées. Ainsi, nous ne pouvons à ce stade établir un lien direct entre la pureté et la forme des lingots, mais il semblerait que l'origine géographique puisse exercer une certaine influence. Il faut toutefois rester prudent sur cette affirmation puisque, d'après certains auteurs déjà cités, les saumons espagnols étaient allongés tandis que les français étaient de forme carrée et plate. Or, ici, le lingot du *Cadix* est de forme « carrée » et ne provient pas de France mais d'Espagne ce qui pourrait contredire ces données documentaires. Toutefois, la formulation « saumons allongés » ne nous permettant pas d'établir précisément la morphologie de ces artefacts, la forme du lingot du *Cadix* pourrait donc tout à fait convenir à cette description.
La poursuite des recherches sur les lingots de plomb, et le croisement des données internationales pourra, espérons-le, apporter une réponse plus claire et définitive à ce questionnement.

Confrontés à un si grand nombre de formes différentes, nous avons dû mettre en place une méthodologie en vue de la réalisation d'une étude typologique de ce mobilier.
Les informations à inventorier sur ces artefacts ont été choisies de manière à pouvoir être systématiquement récupérées sur l'ensemble du mobilier, quelle que soit sa forme. Nous avons donc choisi de mesurer la longueur, la largeur et la hauteur maximale du lingot, de le peser si cela était possible, puis d'en mesurer et relever toutes les spécificités à savoir : les marques et traces visibles, la forme générale du lingot et de ses extrémités ainsi que la présence de perforations. De la qualité de ces données dépendait la possibilité de réaliser des statistiques précises et ainsi, de pouvoir mettre en lumière d'éventuels groupes typologiques différents. Des clichés du profil du lingot, de ses différentes faces et de tous ses détails notables ont été pris et insérés à cet inventaire. L'ensemble de ces informations est visible sur les fiches inventaires présentées dans le volume II de ce travail.

Il a également été nécessaire de réfléchir, préalablement à l'inventaire lui-même, aux critères à employer pour comparer les lingots entre eux. Il s'agit à la fois de critères mesurables, déjà mentionnés, mais aussi de critères visuels, non quantifiables tels que la morphologie générale du lingot, la forme de sa section, la présence ou non d'inscriptions etc. Afin d'être la plus précise possible mais aussi d'être en mesure de comparer nos résultats avec les études déjà réalisées sur ce sujet, une recherche bibliographique a été menée. Par cette démarche, nous avons pu recenser les divers critères retenus par chaque chercheur pour distinguer les lingots entre eux, ainsi que le nombre de types définis (TABLEAU 12). Ces deux informations laissent entrevoir le degré de précision mis en place dans chaque étude pour réaliser leurs classements.

Site archéologique et datation	Nombre de lingots retrouvés et étudiés	Nombre de types définis	Planche typologique ?
***Campen*, 1627**	**103**	**11** 1 : moy. 59,7 kg / 73-75cm L. / 18-19 cm l. / 6-7 cm H. / une extrémité arrondie et l'autre carrée / base plane / marque AD 2 : moy. 51,3 kg / 73-75 cm L. / 16-16,5 cm l. /7-8 cm H. 3 : moy. 60,6 kg / 81-86 cm L. / 17,5-20 cm l. / 6-7,5 cm H. / marque AD 4 : moy. 66 kg / 79-87 cm L. / 18-18,5 cm l. / 6,5-8 cm H. / encoches 5 : moy. 64,5 kg / 92-98 cm L. /19,5-21 cm l. / 5,5-6 cm H. / une extrémité angulaire et l'autre carrée 6 : moy. 60,3 kg / 76-82 cm L. / 22-23,5 cm l. / 6-8 cm H. / même forme que 5 7 : moy. 60,9 kg / 67,5-71 cm L. /21-22 cm l. / 6-8 cm H. / ovales 8 : moy. 64,2 kg / 78-82 cm L. / 14-16,5 cm l. / 8-10 cm H. / forme allongée / section triangulaire 9 : même forme et dimensions que 4, pas d'encoches 10 : moy. 66,5 kg / 68-72 cm L. / 19-21,5 cm l. / 7-9 cm H. / extrémités arrondies, pas encoches 11 : un lingot seul	oui 3 planches
***Kennemerland*, 1664**	**119**	**13** 8 classes et 5 lingots isolés	oui
Blind Harbour Wreck, XVIIe ?	**8**	**1** Ovales, extrémités rondes, surface irrégulière, section trapézoïdale	non

***Zuiddorp*, 1712**	**21**	**8** I (great pigs) : moy. 152,4 kg / ovales / extrémités arrondies / flancs incurvés / surface irrégulière II (great pigs) : moy. 141,7 kg / même forme / surface lisse Type III (great pigs) : moy. 139,5 kg / même forme / extrémités rondes Type IV (great pigs) : 139,9 kg, ovale / une extrémité ronde et une plate Type V (pigs) : 114,9 kg, même forme / extrémités arrondies Type VI (pieces) : moy. 52,2 kg et 75 cm L. / parallélépipédique / extrémités arrondies / bords droits / section demi-circulaire Type VII (pieces) : moy. 50,1 kg, 80 cm L. / même forme Type VIII (pieces) : 38 kg, 77,5 cm L. / même forme	oui
***Adelaar*, 1728**	**50**	**4** I : 65 kg / parallélépipédique / 93 cm L. / 13 cm l. / 6 cm H. / extrémités et section demi-circulaires / marques II : 61 kg / parallélépipédique / 86 cm L. / 14 cm l. / 6 cm H. / section trapézoïdale / extrémités plus carrées / marques III : 66 kg / rectangulaire/extrémités carrées / 67 cm L. / 16 cm l. / 6 cm H. / pas de marques IV : 50 kg / parallélépipédique / extrémités légèrement arrondies / protubérance / 60 cm L. / 15 cm l. / 7 cm H. / pas de marques	oui
***Hollandia*, 1743**	**Env. 400 mais 12 dans catalogue**	**12**	non

***Poompuhar*, XVIIIe**	**18**	**4** 1 : 66,6-72,4 kg / parallélépipédique / demi-circulaire / marque W. BLACKETT + 1791 et 1792+ autres symboles 2 : 63,8-64,4 kg / parallélépipédique / demi-circulaire / extrémité carrée / marque D couronné 3 : 61,8-65,6 kg / parallépipédique / trapézoidale / extrémité carrée / pas d'inscription 4 : 73,2 kg / parallépipédique / demi-circulaire / pas d'inscription dessus	oui

Tableau 12 : Recensement des études portant sur des cargaisons de lingots de plomb en contexte d'épaves datées et ayant fait l'objet de propositions typologiques

A la lecture de ce tableau on constate le très grand écart qui existe dans le degré de précision des diverses études menées jusqu'à aujourd'hui. En effet, celle menée sur l'épave de l'Adelaar (1728) ne présente que quatre groupes pour classer les 50 lingots remontés, tandis que sur l'épave du *Zuiddorp* (1712), ce ne sont pas moins de huit groupes qui ont été créés pour classer les quelques 21 lingots découverts. Il a donc fallu se questionner sur l'impact du degré de précision choisi afin de pouvoir en sélectionner un pour cette étude à bon escient.

Les critères de distinction de groupes choisis par l'équipe de fouille du *Zuiddorp* nous ont parus trop infimes pour être exploitables à plus grande échelle et surtout pour être significatifs. A titre d'exemple, deux classes ont été créées pour une même morphologie mais avec pour différences cinq centimètres et un kilogramme d'écart : type VI et VII. Ce choix a contribué à créer des classes pour lesquelles seuls un ou deux individus seulement ont pu correspondre. Ces quantités sont beaucoup trop faibles pour que l'on puisse les considérer comme significatives statistiquement et archéologiquement. De plus, rappelons ici que quelques millilitres supplémentaires de plomb versés lors de la coulée du saumon peuvent entrainer d'importantes variations dimensionnelles une fois répartis dans le moule. Ainsi, nous ne souhaitons pas utiliser comme critère distinctif une variation massique ou dimensionnelle aussi faible, c'est pourquoi il a été choisi d'établir pour cette recherche des catégories relativement larges, qui pourront ensuite, être précisées ou complétées par des sous-catégories si celles-ci sont suffisamment attestées. Cette démarche permettra d'éviter des sur-interprétations archéologiques, qui n'auraient aucun sens pour les plombiers de l'époque.

Pour ce travail, il a donc été privilégié une étude en deux étapes. Tout d'abord, la réalisation d'une statistique globale de l'ensemble des lingots afin de repérer des regroupements significatifs. Puis, une fois ces groupes créés, une analyse approfondie de leurs caractéristiques a été menée pour finalement, être en mesure, pour chaque groupe, de définir

leurs caractéristiques distinctives, à savoir : morphologie générale et valeurs dimensionnelles extrêmes et moyennes[308].

Comme nous l'avons évoqué, les dimensions des lingots inventoriés ne sont absolument pas constantes, et ce, même si l'on envisage l'utilisation d'un moule unique puisqu'elles dépendent également de la quantité de plomb fondu qui y est versée. Ainsi, afin de s'affranchir de ces variations parasites, nous avons choisi de ne raisonner qu'à partir des rapports inter valeurs et non des valeurs elles-mêmes. Deux rapports ont donc été calculés pour chaque lingot afin de prendre en compte les trois dimensions de l'objet : longueur / largeur (L/l) et longueur / hauteur (L/h) (FIGURE 136). De cette manière, deux lingots ayant la même forme mais dont les dimensions ne sont pas exactement semblables, auront malgré tout, les mêmes rapports dimensionnels.

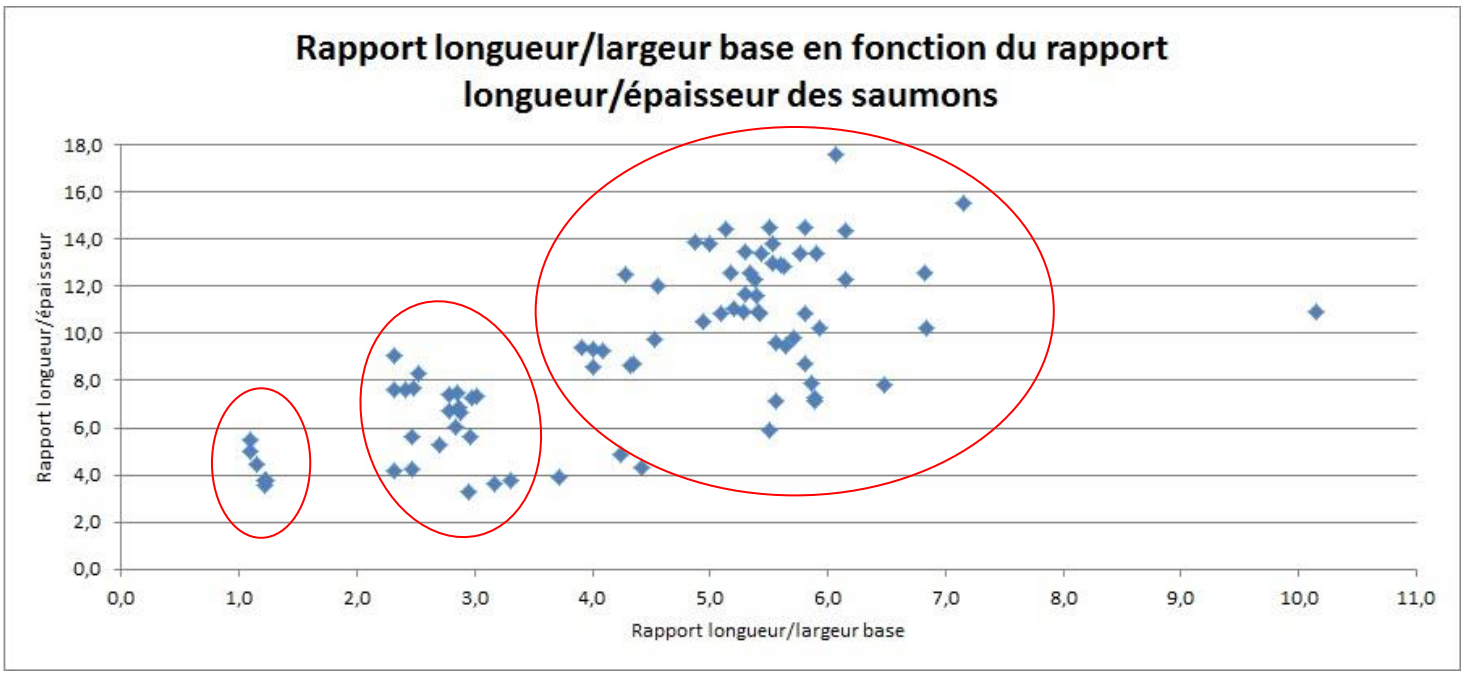


Figure 136 : Graphique présentant la distribution des rapports longueur/largeur des lingots suivant leur rapport longueur/épaisseur (réalisation personnelle)

Si l'on observe ce premier graphique, trois grands groupes semblent pouvoir être distingués, listés ici de gauche à droite :

- L/l situé autour de 1, avec une hauteur deux à trois fois plus grande : L/h compris entre 3,8 et 5,9. Cela évoque donc une forme circulaire, puisque la longueur et la largeur sont quasi équivalentes, et bombée en son centre.

- L/l situé entre 2,4 et 3,8 environ, et L/h variable entre 2,5 et 8,5. Au moins deux regroupements de points semblent apparaitre dans ce lot. L'étude d'autres paramètres, telles que la forme générale ou la masse, nous a aidés à les distinguer et à les

[308] Pour chaque type défini, les moyennes et les mesures minimales et maximales des dimensions (longueur, largeur, hauteur) seront fournies. Le même fonctionnement a été appliqué aux masses.

caractériser plus précisément comme nous le verrons ci-après. Les valeurs des rapports de ce groupe laissent entrevoir une forme plus grande que l'ensemble précédent.

- L/l compris entre 4 et 7,5 environ pour L/h situé entre 6 et 17,9. Ici encore deux zones distinctes pourraient être relevées mais elles devront être confirmées par les autres données. Ce groupe renvoie à une morphologie de lingot relativement allongée.

Les données du corpus ont ensuite été analysées suivant la masse des lingots afin de confirmer ou non les groupes précédemment repérés (FIGURE 137). Toutefois, il n'a pas toujours été possible de récupérer l'ensemble des données massiques, soit par manque d'instruments de pesées dans certains musées, soit par des lacunes bibliographiques importantes, ce qui diminue d'autant le nombre de points figurant sur ce graphique.

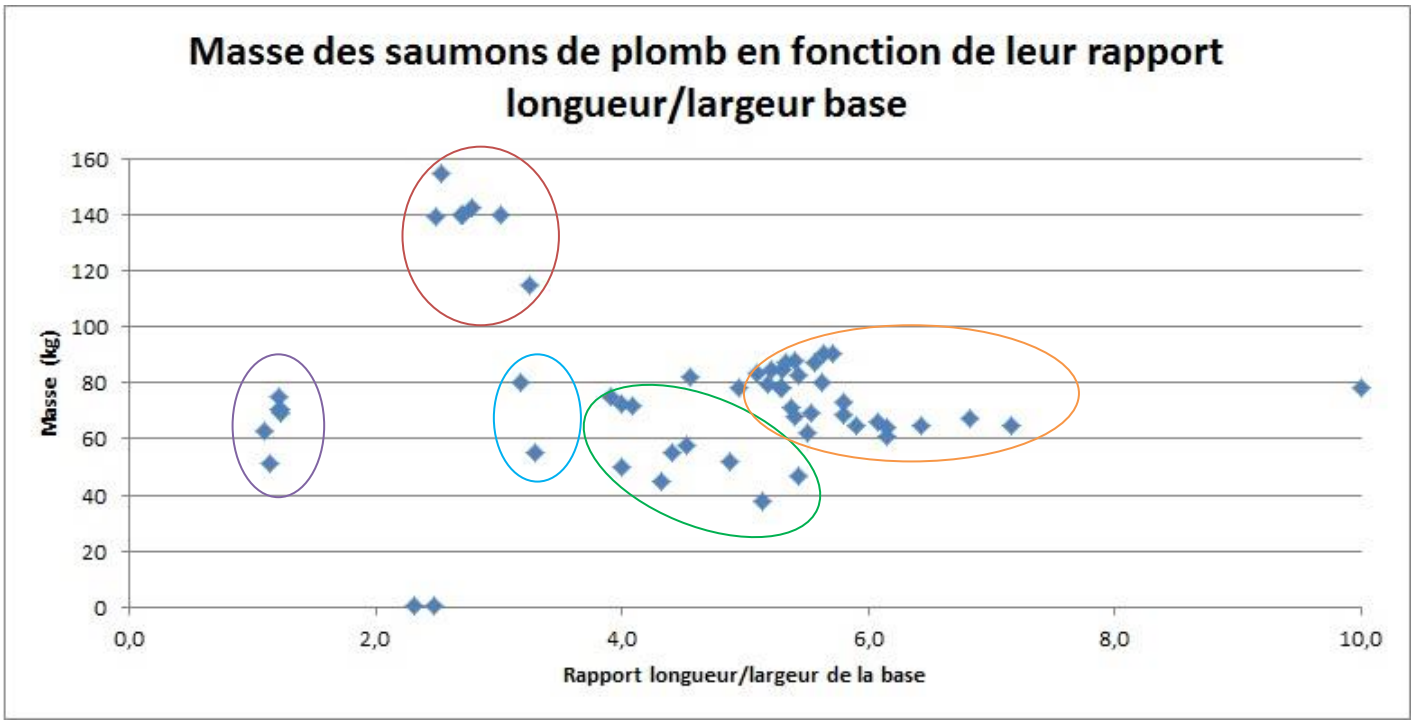


Figure 137 : Graphique présentant la distribution des masses des lingots suivant leur rapport longueur/largeur (réalisation personnelle)

La prise en compte de ces masses, bien qu'incomplète, est toutefois primordiale puisqu'elle nous permet d'affiner les groupes repérés précédemment. Ainsi, sur ce graphique, au moins cinq zones présentent des points suffisamment proches pour pouvoir être considérées comme révélatrices d'un type de lingot. Les groupes sont entourés sur le graphique et présentés suivant l'ordre de lecture[309] :

- En violet, un groupe dont le rapport L/l se situe autour de 1 avec une masse comprise entre 45 et 78 kilogrammes maximum. Ce groupe correspond exactement au premier

[309] Les différentes couleurs correspondent aux types identifiés. La correspondance des couleurs et des types est fournie dans le tableau 13 ci-après.

mis en évidence ci-dessus et cela nous permet simplement d'en affiner sa définition en ajoutant une donnée supplémentaire.

- En bleu, apparait un groupe dont le rapport L/l se situe autour de 2,5 et dont la masse varie entre 58 et 80 kilogrammes. Il s'agit du premier sous-groupe inclus dans le deuxième cercle du graphique précédent. Ces lingots sont plutôt de petites dimensions et relativement légers.

- En rouge foncé, un regroupement des points dont le rapport L/l est compris entre 2,5 et 3,8 et dont la masse vaut entre 115 et 155 kg. Ce lot correspond donc au deuxième sous-groupe du deuxième cercle repéré précédemment. Il s'agit des lingots les plus lourds du corpus actuel.

- En vert, un groupe pour lequel le rapport L/l se situe entre 4 et 5,8 pour une masse variant de 38 à 80 kilogrammes environ. Cette fois, il s'agit du premier sous-groupe du dernier cercle rouge apparaissant sur le graphique précédent, soit les lingots allongés.

- En orange, un cercle regroupant les lingots dont le rapport L/l varie entre 5 et 7 environ, pour une masse oscillant entre 60 et 90 kilogrammes. Ce lot de lingots faisait également parti du dernier cercle repéré précédemment ; ils correspondent aux plus lourds lingots allongés.

La comparaison des rapports de mesures des lingots avec leurs masses respectives nous permet donc d'affiner les groupes déjà évoqués. Ainsi, il semblerait que cinq formes de lingots, très différentes les unes des autres, puissent être identifiées au sein du corpus inventorié au cours de cette thèse. Le premier cité correspond à des lingots ronds, pour avoir la même longueur et largeur, légèrement bombés et assez légers. Puis, viennent les deux sous–groupes de lingots plutôt ramassés, dont l'un des deux renferme des individus particulièrement lourds. Enfin, on trouve les deux groupes de lingots les plus allongés, qu'on peut aussi nommer parallélépipédiques.

Certains points n'ont toutefois pas pu être rattachés à un groupe quelconque puisqu'ils en étaient trop éloignés. Ces éléments correspondent à des lingots qui n'ont pas été vus directement, et pour lesquels les données proviennent de rapports de fouille ou même de simples dessins et schémas[310]. Nous n'avons pas toujours été en mesure de vérifier ces mesures et nous ne tiendrons donc pas compte de ces éléments dans les réflexions menées ici.

A l'issu de cette recherche, cinq grands groupes ont donc pu être définis par les statistiques présentées ci-dessus. Leur confrontation avec les caractéristiques morphologiques

[310] Il s'agit notamment des lingots Num 153 et 154 découverts sur l'épave du Port de l'Amirauté à Ajaccio (XVIIe) et pour lesquels aucune illustration n'accompagne les mesures fournies, ou encore du lingot Num 162 provenant d'un lot de lingots de l'épave de *L'Albion* (1765) et dont les mesures ne sont pas forcément celles de ce lingot en particulier.

visibles des lingots permet d'affiner encore cette typologie puisqu'il est possible de définir deux sous-groupes induits par la présence ou non d'un plat-bord[311] (TABLEAU 13) :

- Type 1 et 2 : parallélépipédique à section demi-circulaire, sans ou avec plat-bord
- Type 3 et 4 : parallélépipédique à section trapézoïdale, sans ou avec plat-bord
- Type 5 : demi-coque[312] à section triangulaire
- Type 6 : plano-convexe à section demi-circulaire, ou galette
- Type 7 : ovale à section trapézoïdale

A ces sept types nous avons choisi d'en ajouter un huitième afin de prendre en compte la morphologie très spécifique des lingots très longs et fins découverts sur le site de l'épave Aresquiers 8, du milieu du XIXe siècle, que l'on peut nommer « barres ».

- Type 8 : parallélépipédique-barre à section demi-circulaire

Ces artefacts n'ayant pas été prélevés du site, ils n'ont pu être vus directement au cours de l'étude. Compte tenu de leurs très grandes différences de masse et de morphologie par rapport aux autres lingots du corpus, ils n'ont pas été intégrés aux graphiques présentés précédemment. En effet, leur masse n'a pu être relevée dans les documents d'archives de fouille consultés et leurs dimensions très longues et fines élargissaient le cadre du graphique, rapetissant du même coup la zone où le reste des points était regroupé : nos observations en auraient donc été beaucoup plus difficiles.

[311] Pour rappel le plat-bord est une épaisseur plate située aux extrémités du lingot et un schéma en a été présenté en FIGURE 131 dans ce chapitre.

[312] La forme demi-coque a elle aussi déjà été présentée dans le chapitre portant sur le transport des lingots (cf 3.1.1)

Types de lingots		Valeurs extrêmes rapport long/base	Moyenne rapport long/base	Valeurs extrêmes rapport	Moyenne rapport long/ép	Valeurs extrêmes masse (kg)	Masse moyenne (kg)
1	parallélépipédique /demi-cercle (21)	4,5-9,4	5,6	9,8-15,5	12,5	38-84,5	73,1
2	avec plat-bords (14)	5,4-5,9	5,6	5,9-14,5	11,4	45-90,8	73,4
3	parallélépipédique /trapézoidale (19)	2,3-6,8	4,8	3,6-17,6	8,6	61-80	70
4	avec plat-bords (6)	3,9-10,1	5,3	8,6-10,9	9,7	46,9-74,8	63,1
5	demi-coque /triangulaire (9)	2,7-4,4	3,8	3,8-8,7	5,2	45-140	73,9
6	plano-convexe/demi-circulaire (4)	1,1-2,3	1,4	4,4-9,1	6	51-63	57
7	ovale/trapézoidale (13)	2,5-3,3	2,8	5,6-8,3	6,9	114,8-154,7	138,6
8	barre (1)	19,3	19,3	36,3	36,3		

Tableau 13 : Valeurs extrêmes et moyennes de chaque type de lingots défini (réalisation personnelle)

Dans ce tableau, les quantités indiqées entre parenthèses correspondent au nombre de fiches de lingots par type.

- Type I : parallélépipédique, à section demi-circulaire.

Ce groupe renferme 35 fiches inventaire, dont 14 présentent un détail morphologique particulier, à savoir un plat-bord sur au moins l'une de ses extrémités. Nous nommons « plat-bord » la terminaison plane située à l'extrémité de l'arrondi du sommet du lingot. Cette partie du lingot a déjà été illustrée par le schéma présenté au début de ce chapitre (FIGURE 132) et est cerclée en rouge sur l'artefact ci-dessous (FIGURE 138).



Figure 138 : Lingot découvert sur le site des Grands Cardinaux au Croisic, XIXe siècle, possédant un plat-bord, Num 190 (photo M. Veyrat)

Ces 35 fiches correspondent en réalité à 239 lingots, dont 109 sont équipés de ces plat-bords. Cette différence morphologique étant si marquée, il a donc été choisi de les isoler au sein d'un groupe qui leur est propre, le type II, même si leurs dimensions sont particulièrement similaires à celles des lingots de type I. Ils seront présentés ultérieurement. Les 130 lingots intégrés au type I sont listés ci-dessous (TABLEAU 14).

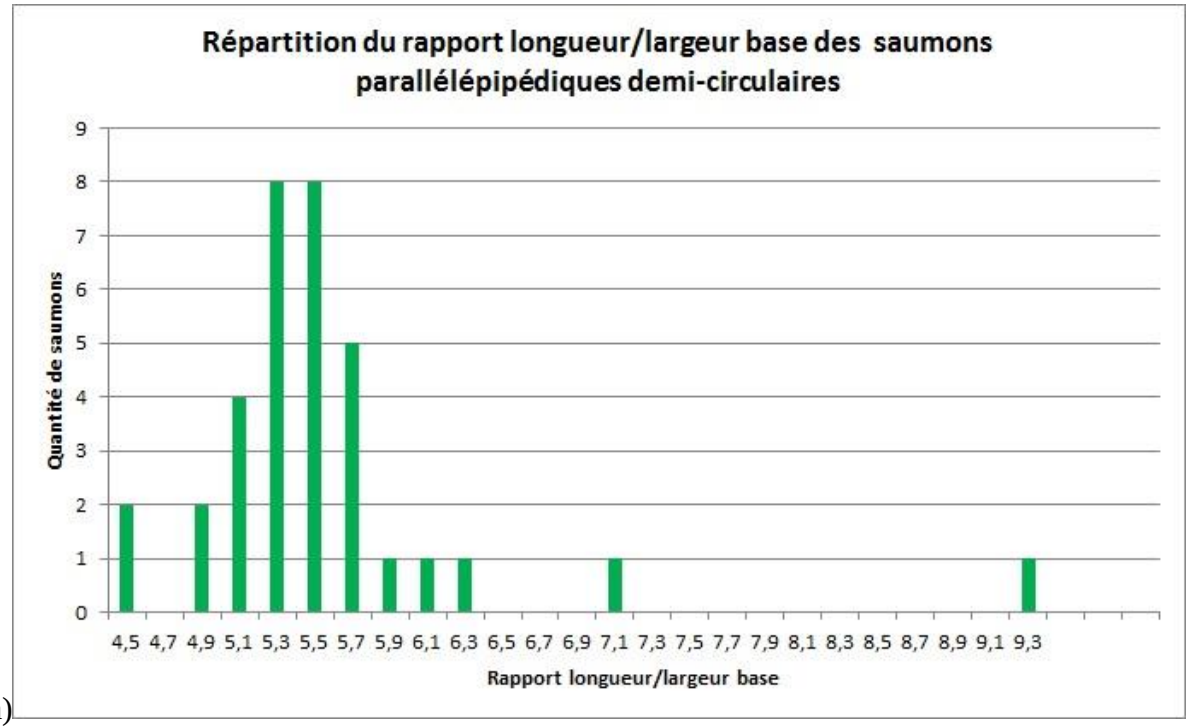
Site et datation	**Identification navire**	**Numéro(s) d'inventaire**	**Nombre total de lingots *in situ***	**Nombre de lingots de type I remontés et étudiés**
***Zuiddorp*, Australie, 1712**	En provenance des Pays-Bas pour Jakarta	486 – 487 – 488	21 min.	12
***Adelaar*, ile de Barra, Ecosse, 1728**	VOC	167	42 min.	21
***Hollandia*, iles de Scilly, Angleterre, 1743**	Frégate VOC, en provenance de Texel pour Batavia	481	8 min.	1

***Albion*, estuaire de la Tamise, Angleterre, 1765**	EIC	162	71 mais 500 sur liste armement	71
Penhors, Finistère, 1767-1768	Non identifié	146	36 min.	0
***Boussole*, Vanikoro, 1788**	Flûte flotte royale, expédition scientifique	70 – 75 – 76 – 77 – 78 – 79 – 80 – 172 – 367 – 449 – 451 – 453	16	12
Poompuhar, Est Inde, XVIIIe	Non identifié	165	50 min.	2
***Loch Ard*, Australie, 1878**	Compagnie Loch Line en Grande Bretagne, liaison avec Australie	Non inventorié	800 min.	800

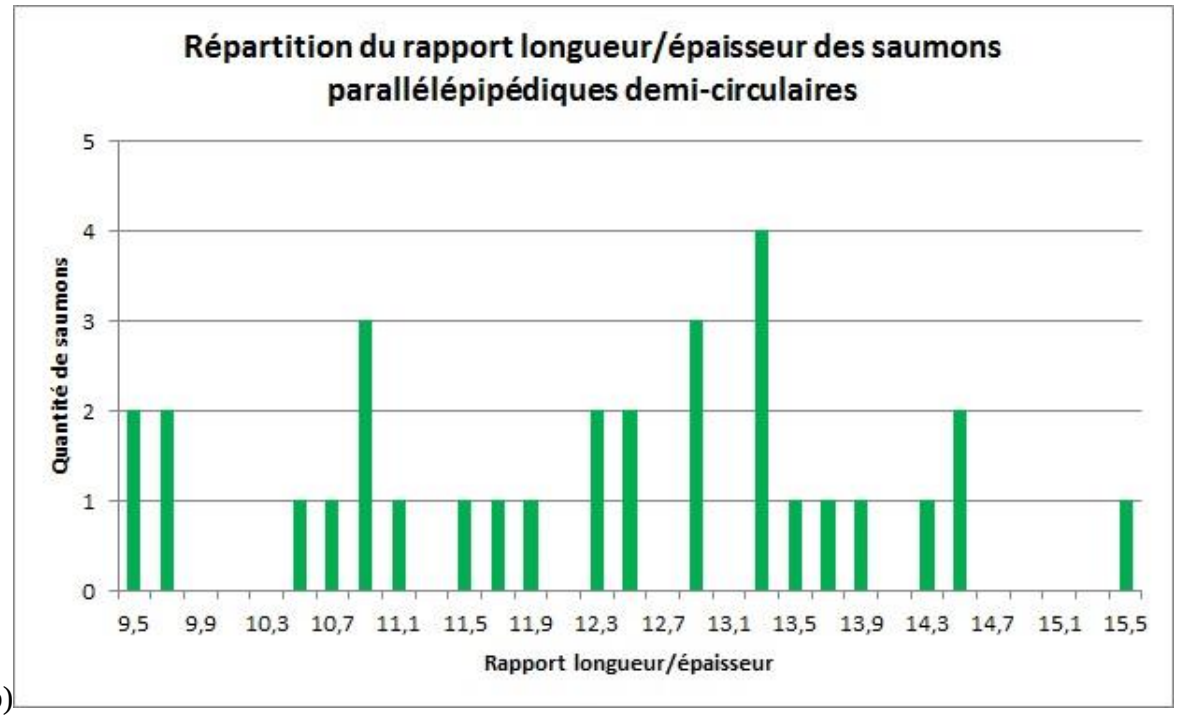
Tableau 14 : Liste des lingots de type I ayant été inventoriés et recensés au cours de cette thèse (réalisation personnelle)

Nous avons exploité l'ensemble des mesures disponibles afin d'observer la répartition des dimensions et masses au sein de cet ensemble parallélépipédique à section demi-circulaire (type I et II regroupés) (FIGURE 139 a-c). Pour réaliser ces graphiques, il a parfois été nécessaire de créer arbitrairement une échelle de 0,2, 0,3 ou encore 0,5 comme intervalles. Les valeurs ont ensuite été réparties dans ces classes, et placées systématiquement dans la classe inférieure si la donnée n'était pas exacte.

a)


Répartition du rapport longueur/largeur base des saumons parallélépipédiques demi-circulaires
Quantité de saumons
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
4,5 4,7 4,9 5,1 5,3 5,5 5,7 5,9 6,1 6,3 6,5 6,7 6,9 7,1 7,3 7,5 7,7 7,9 8,1 8,3 8,5 8,7 8,9 9,1 9,3
Rapport longueur/largeur base

b)


Répartition du rapport longueur/épaisseur des saumons parallélépipédiques demi-circulaires
Quantité de saumons
0
1
2
3
4
5
9,5 9,9 10,3 10,7 11,1 11,5 11,9 12,3 12,7 13,1 13,5 13,9 14,3 14,7 15,1 15,5
Rapport longueur/épaisseur

c)

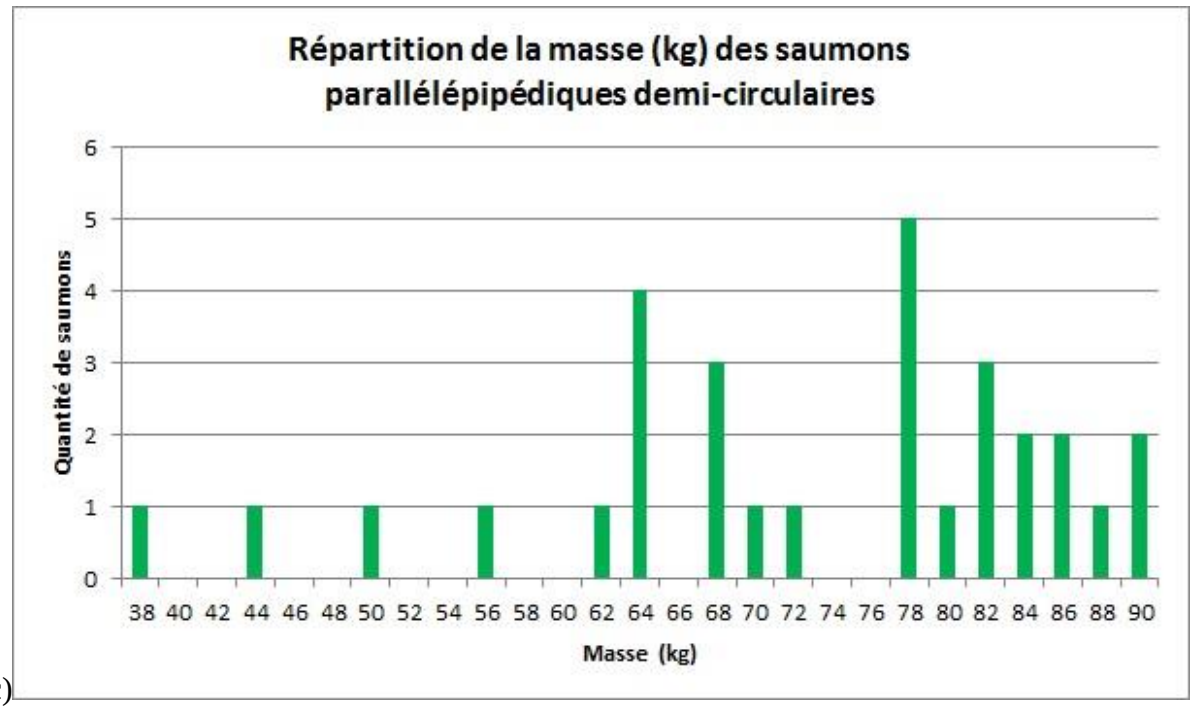


Figure 139 : Histogrammes présentant la répartition des lingots des types I et II selon leurs rapports longueur – largeur (a), longueur – épaisseur (b) ou encore suivant leurs masses (c) (réalisations personnelles)

Nous constatons sur ces trois histogrammes que si le lien entre la longueur et la largeur des lingots de cet ensemble semble très fort et ciblé (essentiellement compris en 4,5 et 5,7), il n'en est pas de même pour le rapport entre leur longueur et leur épaisseur qui varie largement entre 9,5 et 15,5. L'une des raisons pouvant expliquer des variation plus importantes dans l'épaisseur des lingot que dans leurs deux autres dimensions, est que l'usage d'un moule bloque l'expansion du plomb en fusion suivant sa propre longueur et largeur, mais pas au niveau de sa hauteur. En effet, selon le degré de remplissage du moule par le plombier, les variations en épaisseur et par conséquent en termes de masse pourront être importantes, même pour quelques millilitres supplémentaires.

Il faut également ajouter que les lingots de *L'Albion*, Num 162, correspondant au rapport longueur – largeur de 9,4 pour une masse de 78,1 kg doivent être appréhendés avec beaucoup de précaution car leur inventaire n'a été réalisé qu'à partir d'une seule mention. De plus, la forme visible sur l'unique dessin publié, pourrait relever en réalité d'une barre, soit un type VIII, et non d'un lingot de type I.

Le type I regroupe donc finalement 130 lingots qui n'ont pas toujours pu faire l'objet d'observations directes puisqu'un grand nombre proviennent de publications étrangères. C'est pourquoi ils ne peuvent pas tous figurer sur la planche morphologique que nous avons réalisée au cours de cette thèse (FIGURE 140).

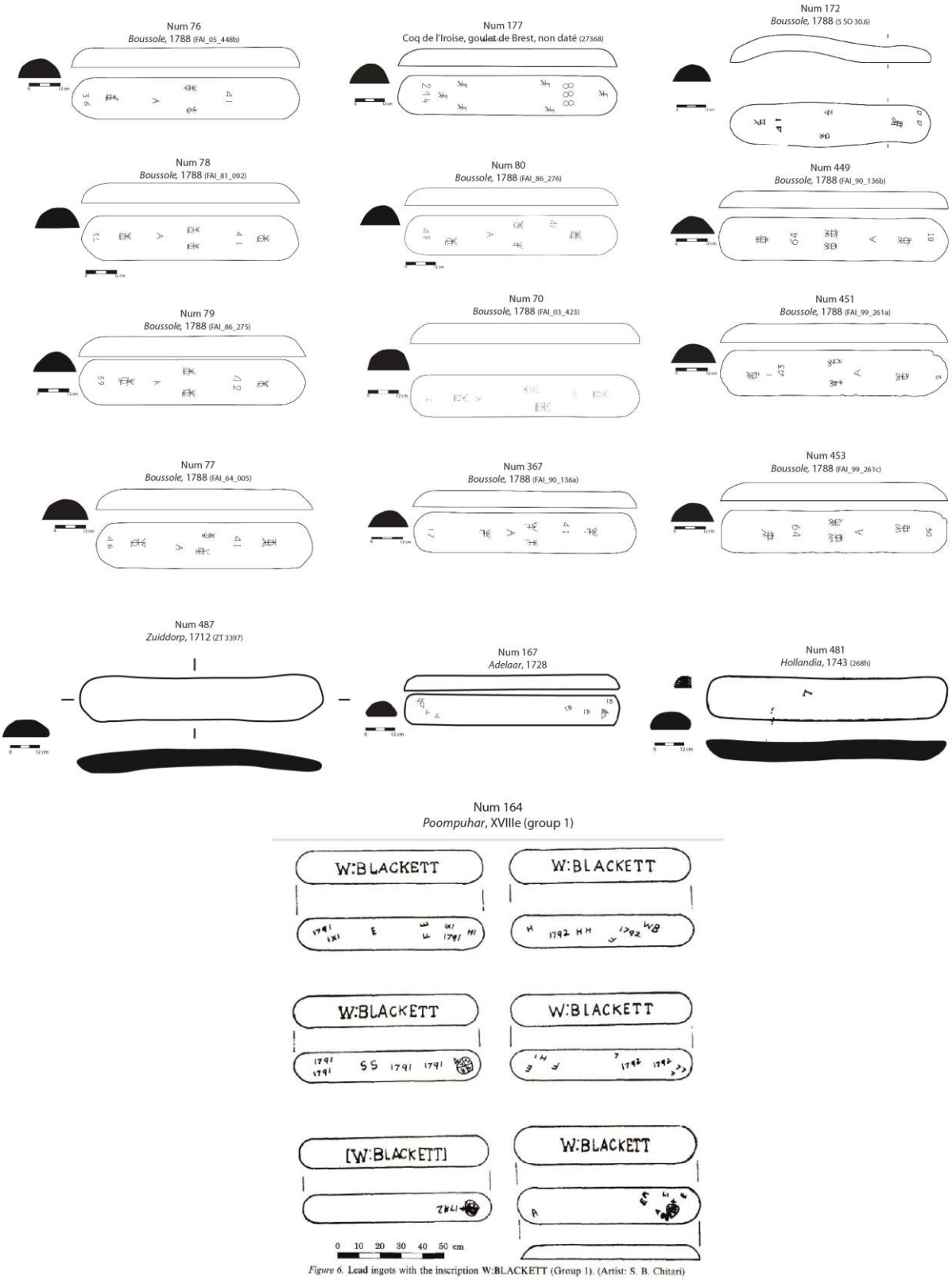


Figure 6. **Lead** ingots with the inscription W:BLACKETT (Group 1). (Artist: S. B. Chitari)

Figure 140 : Planche morphologique présentant les lingots parallélépipédiques à section demi-circulaire, sans plat-bord (compilation personnelle, dessins de publication et personnels)

Un site a livré la majeure partie des lingots présentés sur cette planche. Il s'agit de l'épave de la *Boussole*, coulée en 1788. Comme nous l'avions précisé, les lingots y avaient été

embarqués en grand nombre, afin de servir de matière première au cours de son voyage planétaire de trois ans. On remarque une très grande unité dans ce chargement, tant du point de vue morphologique, que dans leurs inscriptions, incisées en grand nombre sur leur face inférieure (ANNEXE 9)[313]. Cette constance semble suggérer un approvisionnement auprès d'un producteur unique. Toutefois, comme les analyses physico-chimiques l'ont démontré, les quatre lingots de ce site prélevés possèdent des compositions internes relativement éloignées les unes des autres, suggérant de potentiels mélanges de minerai d'une même région. Ces mélanges ne sont pas contraires à l'œuvre d'un plombier unique.

Cet artisan a probablement marqué sa propriété par un symbole, ici une sorte de croix reliée à un cercle (FIGURE 141). Comme on le constate sur la planche morphologique ci-dessus, cette marque est répétée systématiquement sur toute la base du lingot ce qui pourrait, à première vue, sembler une perte de temps de la part du plombier (FIGURE 140). Mais, si l'on imagine que ce plomb brut était aisément découpé, et re-découpé en plusieurs morceaux suivant les besoins de chacun, il pourrait sembler logique que le producteur ait cherché à apposer sa marque sur chaque morceau susceptible d'être extrait du lingot et revendu.



Figure 141 : Détail de l'inscription symbolique en forme de cercle et de croix, répétée sur tous les lingots de la *Boussole*, 1788. Ici il s'agit du lingot Num 70 (photo M. Veyrat, musée de l'Histoire Maritime de Nouvelle-Calédonie)

Cette inscription n'a, à ce jour, pas pu être reliée à un producteur particulier, cependant, il est à noter que l'on retrouve fréquemment des marques relativement proches graphiquement. Celles-ci ont été mises au jour sur des documents d'archives, en tant que signature de marchands (FIGURE 142).

[313] L'ensemble des inscriptions ayant pu faire l'objet d'un relevé précis lors de l'inventaire des lingots a été recopié sur une planche illustrative, selon une échelle unique. Celle-ci est présentée en annexe à ce volume.

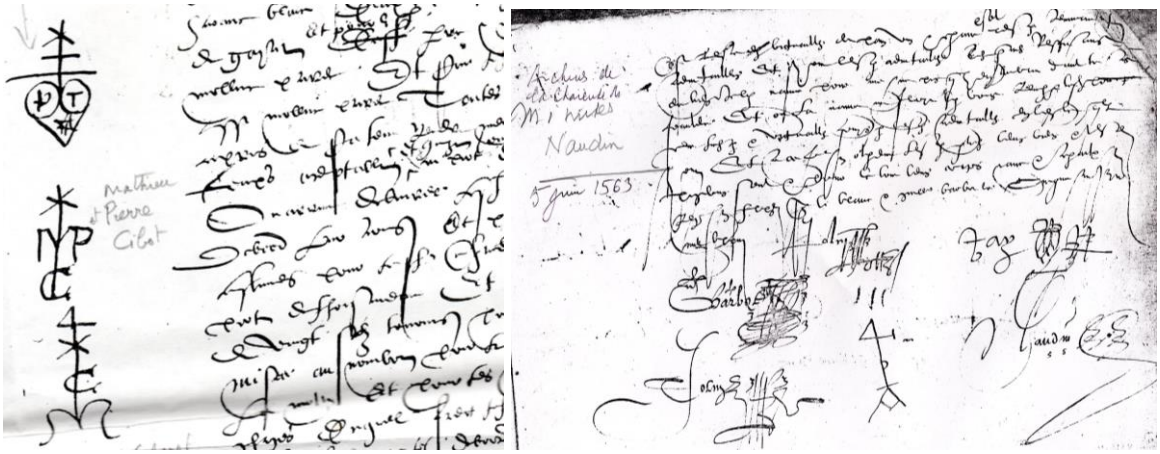


Figure 142 : Marques symboliques faisant office de signatures de marchands (AD 44, 3E-143, 1565 et AD 44, Minutes Naudin, 1563)

Il pourrait donc s'agir là du symbole d'une certaine catégorie de marchands, voire d'une famille en particulier.

Le chercheur Bernard de Maisonneuve évoque quant à lui dans ses recherches un lien entre cette marque et une représentation du chiffre 4, symbole caché de la croix chrétienne. D'après lui, ce chiffre 4 et l'ensemble de sa symbolique liée à la croix est particulièrement répandue chez les marchands et producteurs à partir du XVIe siècle.

On note également la présence de deux séries de chiffres arabes sur la quasi-totalité des lingots de la *Boussole*. Ces chiffres ne semblent pas liés au poids du lingot, aussi faut-il chercher ailleurs une explication à leur présence presque systématique. D'après des exemples découverts en plus grande quantité, sur le *Hollandia* (1743) ou le *Modern Greece* (1862) par exemple, il faut plutôt aujourd'hui envisager qu'il s'agisse de leur classement parmi les coulées réalisées. Cette hypothèse sera détaillée plus loin car les lingots du *Modern Greece* et certains lingots de la *Boussole*, font partie du type II.

Enfin, des lettres seules ou combinées apparaissent également sur la base de certains lingots de ce groupe : A, L ou encore IB. Ces lettres font certainement référence aux noms des plombiers ayant réalisé la coulée des lingots, ou au commerçant les ayant vendus. Toutefois, il n'a pas été possible dans la majorité des cas d'en retracer l'origine. Seules quelques initiales sont actuellement identifiées avec précision. C'est notamment le cas des lettres IB, qui ont été reliées par le chercheur Lynn Willies au producteur de plomb anglais Joseph ou John Bright, situé dans la région du Peak District[314]. Cet homme était très actif dans l'industrie du plomb au XVIIIe siècle dans le nord de l'Angleterre.
Les autres initiales identifiées seront présentées au fil de ce chapitre, à mesure de leur présence sur un lingot.

[314] WILLIES 1980, 9 :1, p. 7-25.

Cette forme de lingots est à la fois la plus représentée au sein du corpus inventorié et correspond, à la morphologie offrant la plus grande facilité de manipulation et de stabilité dans son chargement à bord. L'épave de Penhors qui a la particularité de présenter un chargement en quinconce encore en place, consistait d'ailleurs en lingots de ce type.

Autre donnée importante, tous les artefacts composant ce groupe datent du XVIIIe siècle. Ils s'échelonnent de 1712 pour ceux provenant du *Zuiddorp*, à la date de 1785-1788 pour ceux de la *Boussole*.
Nous allons présenter l'ensemble des autres types avant de nous pencher sur la question d'une éventuelle évolution chronologique de ces formes.

- Type II : parallélépipédiques, à section demi-circulaire, avec plat-bord

Si l'on observe les caractéristiques mesurables de ce groupe, on relève une très grande similarité avec le groupe I précédemment défini : la moyenne du rapport L/l est aussi de 5,6, celle du rapport L/h est de 11,4 au lieu de 12,5 et enfin la moyenne massique est de 73,4 kg au lieu de 73,1 kg. Ainsi, le critère distinctif pour la création de ce groupe n'est pas mesurable mais visuel. En effet, seule la présence d'un plat-bord situé aux extrémités du lingot vient modifier la morphologie générale de l'objet.

Si l'on observe les dimensions de ces lingots en termes de pieds et pouces, mesures employées à l'époque étudiée, on note que les types I et II sont généralement longs de près de trois pieds de long pour un demi pied de large[315].

En tenant compte de cette définition, 14 fiches inventaires peuvent être reliées à ce groupe, soit 109 lingots (TABLEAU 15).

Site et datation	**Identification navire**	**Numéro(s) d'inventaire**	**Nombre total de lingots *in situ***	**Nombre de lingots remontés et étudiés de type II**
***Hollandia*, iles de Scilly, Angleterre, 1743**	VOC, provenance de Texel pour Batavia	477	8 min.	1
***Boussole*, Vanikoro, 1788**	Flûte de la flotte royale, expédition scientifique	171 – 173 – 174 – 452	16	4

[315] Ces mesures variaient d'un état à l'autre sous l'Ancien Régime mais leur variation est suffisamment minime pour proposer une comparaison générale des lingots entre eux, avec le pied de roi comme valeur de référence.

Coq de l'Iroise, goulet de Brest, XVIIIe ?	Non identifié	177	1500 env.	2
Poompuhar, Est Inde, XVIIIe	Non identifié	164 – 557	50 min.	21
***Modern Greee,* Fort Fisher, USA, 1862**	Vapeur, coque en fer, livraison de vivres pour les Confédérés	560	70 min.	70
***Cadix*, Ouessant, 1875**	Vapeur pour liaison Lisbonne – Londres	389	2 min.	1
T1M31b-5, Ouest Manche, Angleterre, 1880-1907	Non identifié	Non inventorié	423 tonnes	plusieurs
***Kerwood*, ile de Frisian, Pays-Bas, 1919**	Cargo coque métal et vapeur, rachat par les USA	Non inventorié	650 tonnes	plusieurs
***Dalton*, ile du Planier, 1928**	Cargo coque métal et vapeur	Non inventorié	1500 tonnes	1
Grands Cardinaux, Croisic, XIXe	Non identifié	149 – 187 – 190	3 min.	3
Hoedic, XIXe ?	Non identifié	179	60 env.	20
Inconnu, marque FIGUEROA	Non identifié	563		1

Tableau 15 : Liste des lingots de type II ayant été inventoriés et recensés au cours de cette thèse (réalisation personnelle)

Pour témoigner, si le besoin s'en faisait encore sentir, de la proximité morphologique de ces deux types, nous présenterons ici deux exemples de sites archéologiques sur lesquels ces deux morphologies étaient mélangées au sein de leur cargaison. Il s'agit de la *Boussole* (1788) et du *Hollandia* (1743).

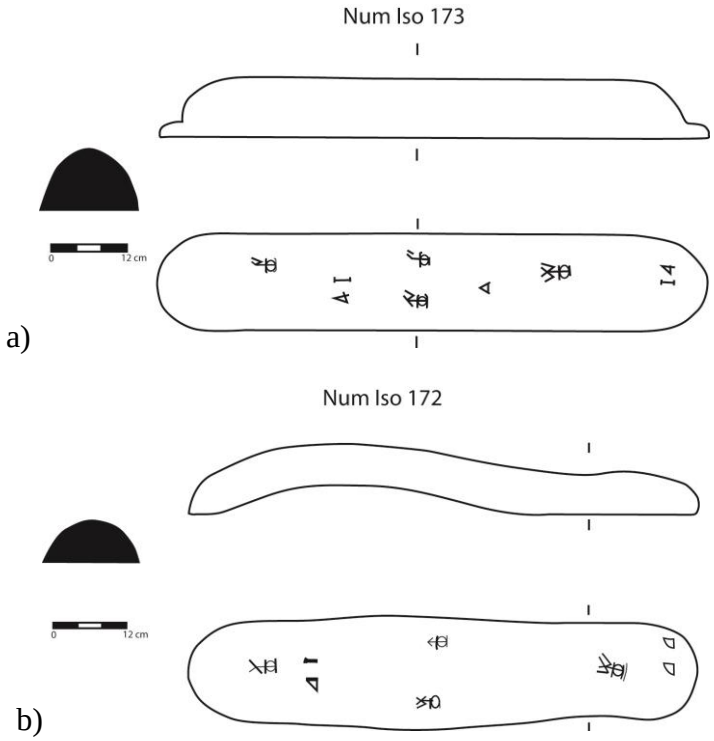


Figure 143 : Lingots issus de la *Boussole*, face supérieure et inférieure a) avec plat-bord, Num 173 et b) sans plat-bord, Num 172 (dessins personnels)

Sur les lingots de la *Boussole* présentés ci-dessus, nous notons la présence des mêmes inscriptions sur leur face inférieure, qu'ils possèdent ou non un plat-bord, laissant donc imaginer une production unique pour ces deux morphologies (FIGURE 143 a et b). Il semble donc pertinent de se demander ce qui pouvait motiver les plombiers à inclure ou non des plat-bords sur les lingots. L'emploi de moules différents étant indispensable pour réaliser ces produits variés, cela induit des dépenses supplémentaires. Or, nous savons à quel point les artisans cherchaient à limiter leurs coûts.
De plus, nous avons dû, au cours de nos recherches, manipuler un certain nombre de lingots et nous rendre compte de l'avantage représenté par la présence d'un plat-bord pour faciliter leur prise en main et leurs déplacements. Il parait donc illogique que des plombiers n'aient pas systématisé cette morphologie avec plat-bords. La fragilité apparente de ce type d'extrémité ne semble pas être confirmée archéologiquement car à ce jour, aucun plat-bord arraché n'a été décelé sur le mobilier archéologique. La question de cette double production reste encore à comprendre à l'heure actuelle.

Il est intéressant de noter que les marques portées par les lingots de la *Boussole*, de type I ou II, ont également été identifiée sur des lingots découverts de manière isolée, sur le site du Coq de l'Iroise, dans le goulet de Brest, par les frères Luneau. Le dessin réalisé par ces frères pour accompagner leur déclaration de découverte est assez lacunaire puisqu'il ne représente que la face inférieure, toutefois il nous permet de repérer immédiatement la présence de ce même symbole (cercle et croix) et des chiffres associés (FIGURE 144).

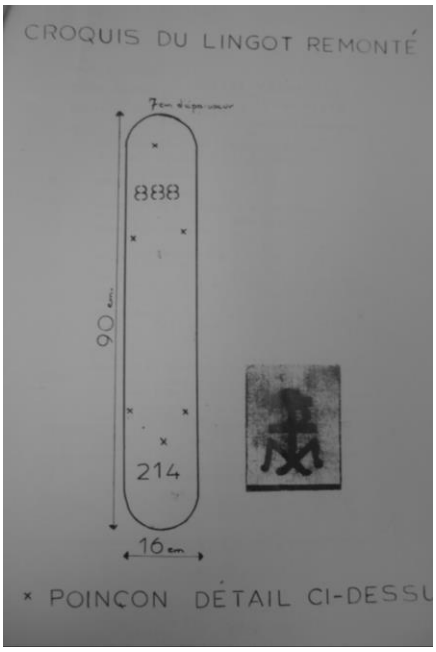


Figure 144 : Croquis des lingots découverts par les frères Luneau sur le site du Coq de l'Iroise, non daté (dessin Luneau)

Ici encore, ce monogramme est répété à plusieurs reprises sur la face inférieure du lingot et il est également accompagné de deux chiffres, 888 et 214, localisés aux mêmes endroits que sur les exemplaires de la *Boussole*. Cette ressemblance frappante nous permet d'envisager le travail d'un fournisseur unique. Ainsi, le même plombier a vraisemblablement produit l'ensemble des lingots nécessaires à l'équipement de ce navire royal, armé pour une navigation au long cours au sein de l'arsenal de Brest, mais aussi vendu une partie de sa production à des navires ayant perdu leur cargaison plus localement autour de Brest. Nous pouvons donc envisager que ces lingots, et l'ensemble des vestiges qui pourraient encore être présents *in situ*, puissent être datés autour de 1785, date de l'armement de la *Boussole*. Cette estimation chronologique est d'autant plus importante que les frères Luneau évoquent dans leur déclaration la présence *in situ* d'au moins 1 500 lingots, posés sur des vestiges d'architecture navale. Il faudra toutefois mettre en place une campagne de plongées sur ce site pour confirmer leur déclaration.
D'après ces deux plongeurs, ces lingots sont alignés côtes à côtes dans leur longueur, de manière parallèle à l'axe du navire et sont empilés sur 11 x 6 x 0,7 m. Il est dommage que les chercheurs n'aient pas fourni de schéma de cette disposition, toutefois ils n'évoquent pas ici de positionnement en quinconce, ce qui était le cas sur les lingots de Penhors. Cette variation témoigne de la diversité qui pouvait être donnée aux chargements de plomb, suivant leur morphologie et probablement aussi d'après l'espace à remplir dans le navire.

L'ensemble des lingots de ce groupe ayant pu être inventoriés avec suffisamment de précision a été dessiné et regroupé sur une planche morphologique, avec une échelle unique afin de permettre une comparaison visuelle plus aisée (FIGURE 145). Les dessins de certaines publications, lorsque leur échelle était indiquée, ont également été inclus sur cette planche.



Figure 145 : Planche morphologique des lingots de plomb parallélépipédiques à section demi-circulaire, avec plat-bord (compilation personnelle, dessins de publication et personnels)

À l'observation cette planche, la présence systématique d'inscriptions sur la face inférieure des lingots apparait immédiatement. Les seules exceptions sont les lingots 149 et 187, provenant du site des Grands Cardinaux, qui présentent une base totalement vierge, mais leur surface est presque totalement recouverte d'une couche d'oxydation couvrante qui pourrait aisément recouvrir d'éventuelles inscriptions encore présentes. Cette hypothèse parait d'autant plus probable que le lingot Num 190, découvert sur le même site que les précédents, est quant à lui aussi marqué sur sa base (FIGURE 146). On peut y déchiffrer à la fois le nombre 46 et une lettre pouvant être un D.



Figure 146 : Inscriptions 46 et D sur la face plane inférieure du lingot découvert sur les Grands Cardinaux au Croisic, marqué « BAGILLT … » sur sa face supérieure, Num 190 (photos M. Veyrat)

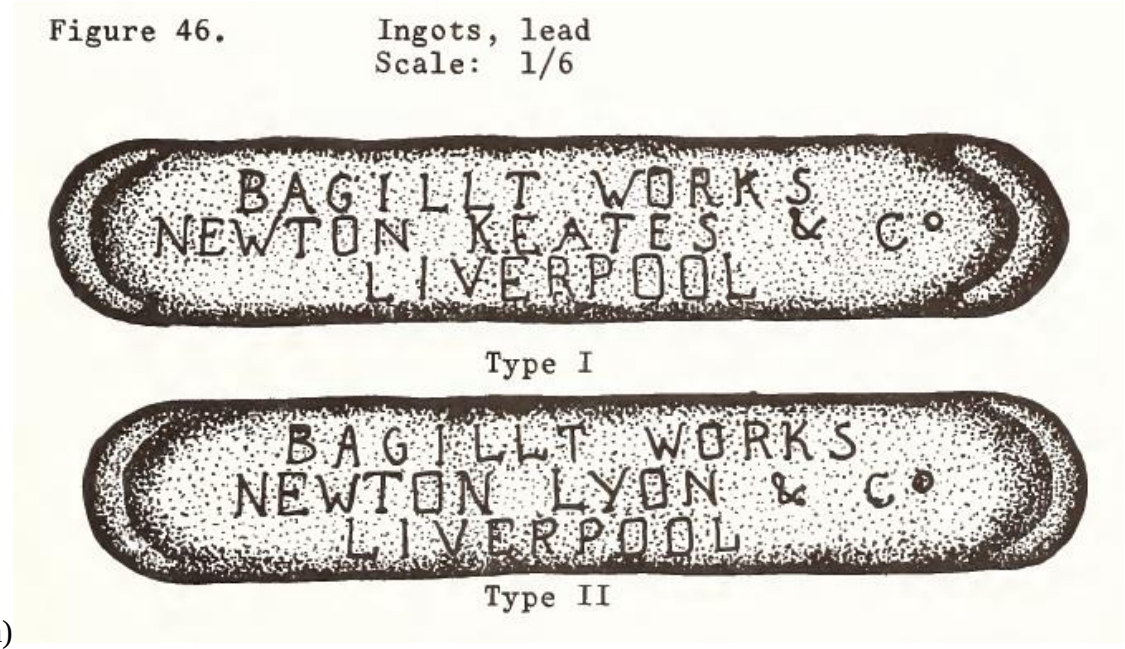
Ainsi, il semblerait que les lingots de type I et II aient systématiquement été marqués sur leur base lors de leur production ou de leur commercialisation. Toutefois cette hypothèse devra être confirmée ultérieurement par l'analyse d'artefacts supplémentaires. Comme nous l'avons vu, ces inscriptions sont composées de lettres, de chiffres arabes mais aussi de symboles, à ce jour non identifiés.

Il faut ajouter que certains lingots de ces deux types présentent également des marques apposées sur leur face supérieure. Celles-ci peuvent être incisées comme sur les lingots 149, 187 et 190 ou estampillées sur le métal encore chaud comme sur l'artefact 563 par exemple. La distinction entre ces deux types de marques se fait visuellement, suivant la régularité du lettrage notamment puisque l'usage d'un poinçon pour réaliser le marquage à chaud permet une systématisation de la taille des lettres et de leur profondeur dans le métal.

Au sein du type II, trois sites ont livré des exemplaires marqués sur leur face supérieure de l'inscription: « BAGILLT WORKS NEWTON LYON & C° LIVERPOOL ». Ils représentent 93 lingots puisque deux lots importants ont été inventoriés. Le premier, de 70 artefacts, provient de l'épave étrangère du *Modern Greece*, coulé lors d'un blocus maritime en

1862 sur les côtes des Etats-Unis[316] (FIGURE 147 a). Le second quant à lui, regroupe près de 20 lingots découverts par un plongeur, Yannick Bataille près de l'ile d'Hoëdic[317] (FIGURE 147 b). Enfin, les trois dernières fiches recensent individuellement les lingots découverts par le plongeur Jean Michel Ériau, sur le site des Grands Cardinaux, situé au large du Croisic[318]. Ce dernier a déclaré avoir observé un empilement de lingots de ce type s'étalant sur 4 m sur 3 m environ, pour une masse estimée à 6 tonnes. Au moins une dizaine de lingots ont été remontés mais seuls trois d'entre eux ont été remis à l'état et ont pu être précisément inventoriés (FIGURE 147 c et d).

a)



b)

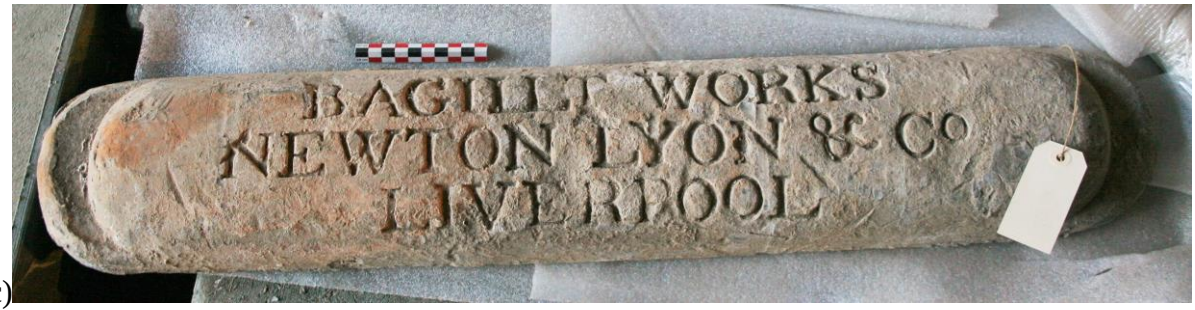


[316] Ce lot a été inventorié sur une seule fiche, portant le numéro 560.

[317] Sur les 20 lingots, seuls deux ont été décrits plus précisément par Yannick Bataille. Ce sont ces deux artefacts qui ont été inventoriés sous le numéro 179.

[318] Ces trois lingots sont inventoriés sous les numéros 149, 187 et 190.

c)







Les saumons de plomb
de Bonen ar Plum.

d)

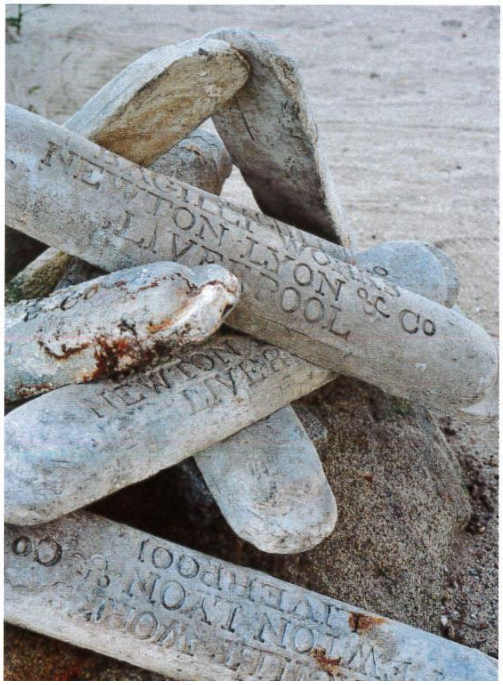


Figure 147 : Lingots de plomb marqués « BAGILLT WORKS NEWTON LYON & C° LIVERPOOL » sur leur face supérieure (dessin Bright, 1977, figure 46 et photos des frères Luneau, M. Veyrat, M. Guéroult et J.-M. Ériau)

Jean-Michel Ériau a réalisé une enquête historique approfondie afin de retrouver la signification de cette inscription. Au terme de sa recherche, il a pu établir que cette appellation faisait référence aux ateliers des fondeurs de plomb « Bagillt », situés près de Liverpool et qui exerçaient entre 1810 et 1848. Cette information, bien que précieuse, s'avère incomplète et il nous a fallu retracer plus précisément l'histoire de cette marque[319].

En 1832, la compagnie nommée « Newton Lyon and Co » possède des laminoirs à Bagillt dans le Flintshire anglais. Ses dirigeants décident alors d'élargir leurs activités en devenant également des fondeurs de plomb, soit des producteurs de lingots de plomb. Pour cela, ils engagent un certain William Keates qui fait construire et gère ensuite une usine de production de lingots de plomb à St Helens dans le Lancashire, toujours en Angleterre. La production qui en est issue se caractérise par l'estampille : « BAGILLT WORKS NEWTON KEATES & C° LIVERPOOL ». Une publicité, éditée en 1876 dans un journal local, a d'ailleurs pu être retrouvée (FIGURE 148).



Figure 148 : Publicité pour l'usine Newton, Keates & Co située à St Helens dans le Lancashire, Angleterre, publiée en 1876 dans le *Worral's Directory of Warrington* (http://www.gracesguide.co.uk/Newton,_Keates_and_Co)

Puis, nous apprenons que cette même compagnie avait, en 1860, un autre fondeur, producteur de lingots, implanté à Bagillt cette fois, produisant des lingots estampillés « BAGILLT WORKS NEWTON LYON & C° LIVERPOOL ».

Ces données sont précieuses pour dater l'ensemble des lingots qui porterait ces marques. Ainsi, les découvertes isolées comme les lingots issus des Grands Cardinaux ou d'Hoëdic par exemple peuvent être datés autour de 1860.

[319] L'ensemble de ces informations a été recueilli auprès de Jean-Michel Eriau, mais aussi à partir de sites web tels que : www.gracesguide.co.uk/Newton_Keates_and-Co ou encore www.themeister.co.uk/hindley/flintshire_industrialist.htm

Il est également intéressant de noter la présence de ces productions à l'étranger. En effet, l'épave du *Modern Greece*, coulée en 1862 aux Etats-Unis a livré non moins de 70 lingots similaires, dont 69 portent la marque « Newton Lyon … » et un seul exemplaire celle de « Newton Keates … ». Cette mixité témoigne de l'usage des grandes compagnies à récupérer au besoin des lingots provenant de toutes leurs exploitations afin de répondre à n'importe quelle commande. Bien que dans ce cas précis il soit facile de distinguer l'origine de chaque lingot grâce à son estampille, cette situation devait être relativement fréquente et témoigne ainsi de toute la difficulté à rattacher une cargaison de plomb à son lieu de production exact.

La présence de ces inscriptions permet donc de fournir un terminus *post quem* à tout lingot portant la marque « Newton Lyon », soit postérieur à 1860, lorsque la fabrique de lingot de Bagillt est attestée. Les lingots portant la marque « Newton Keates » peuvent quant à eux être plus anciens ; au moins depuis 1832, date de l'ouverture de l'entreprise à St Helens.

Mais les lingots découverts sur l'épave du *Modern Greece* sont également intéressants pour le marquage qu'ils présentent sur leur face inférieure. Il s'agit d'initiales associées à des chiffres, et ces derniers se suivent depuis 348 jusqu'à 399. Cette suite renforce l'hypothèse déjà émise que ces chiffres attestent en réalité du numéro de production du lingot et que les initiales soient celles des plombiers les ayant réalisés.

Enfin, il faut signaler l'existence d'un lingot portant cette même estampille mais dont la provenance semble incohérente avec la période de fonctionnement de cette compagnie. En effet, l'artefact est mentionné comme provenant du site de Villefranche 1, épave supposée de la *Lomellina*, naufragée en 1516 (FIGURE 149). Cette datation semble à la fois particulièrement précoce pour cette forme de lingots, comme nous le verrons ci-après, mais elle parait aussi totalement incompatible avec les périodes d'activité des ateliers de la compagnie anglaise à Bagillt. Cet arfefact a donc été considéré comme intrusif et face au doute de sa provenance, il a été choisi de ne pas intégrer cet élément au corpus de référence.



Figure 149 : Lingot estampillé BAGILLT WORKS NEWTON LYON & Co LIVERPOOL, découvert sur le site de Villefranche 1, la *Lomellina*, 1516 (photo Luc Long, DRASSM)

Sur la planche morphologique présentée ci-dessus, nous constatons également la présence de deux autres lingots marqués en lettres majuscules sur leur face supérieure. Il s'agit de deux lingots découverts de manière isolée: le numéro 563 portant l'inscription « FIGUEROA » (FIGURE 150) et le numéro 389 marqué par « LOS TRES AMIGOS » (FIGURE 151).



Figure 150 : Lingot de plomb d'Espagne, de forme parallélépipédique, de section demi-circulaire et présentant deux plat-bords et l'estampille FIGUEROA, Num 563 (photo M. Veyrat)

Le premier d'entre eux a été retrouvé sur le littoral français mais sans aucune précision de son lieu de découverte. Ainsi, même s'il a été retrouvé sur le littoral français, il peut être identifié comme témoignant directement d'une production espagnole. En effet, les barons Guerero et Figueroa semblent avoir été des producteurs de plomb espagnols bien connus au XIXe siècle puisqu'ils apparaissent dans plusieurs ouvrages de l'époque. Ainsi, l'auteur J.-B. Roussel, dans son dictionnaire publié en 1847, fait une mention très claire de ces deux personnages (cf 2.4.1). Il faut aussi ajouter que lors du dépouillement des archives de fouille conservées au Drassm, nous avons pu découvrir une autre mention de l'existence de ce producteur espagnol nommé Figueroa. En effet, le rapport de fouille du site Arles 1, rédigé en 1981 par Luc Long mentionne ce nom et précise qu'il s'agissait : « d'un négociant à Marseille au XIXe siècle, Figueroa, retraitait les lingots que lui envoyaient ses parents à Carthagène ». Cette affirmation, bien qu'elle confirme la provenance espagnole du minerai, n'est cependant étayée par aucune référence bibliographique et ne nous permet pas d'établir si le lingot a été produit à Carthagène en Espagne ou plutôt à Marseille même.

Quant à la parfaite régularité des lettres et des deux cercles tracés de part et d'autre, elle évoque plutôt l'emploi de poinçons conçus par machines pour les réaliser, soit une datation tardive. La seconde moitié du XIXe siècle pourrait donc convenir à ce lingot.
Sur sa face inférieure, ce lingot présente le chiffre 550 incisé. D'après l'hypothèse émise plus haut, ce chiffre pourrait correspondre au numéro de production du lingot.



Figure 151 : Lingot provenant du *Cadix*, parallélépipédique à section demi-circulaire et avec plat-bords ; marqué « LOS TRES AMIGOS », Num 389 (photo DRASSM)

Le deuxième lingot, marqué « LOS TRES AMIGOS » semble lui aussi provenir d'Espagne si l'on tient compte de la langue dans laquelle l'inscription est écrite. De plus, ce lingot faisait partie de la cargaison du *Cadix*, vapeur reliant Lisbonne à Londres lorsqu'il coule en 1875 au

large de Brest. Ce vestige témoigne ainsi de l'importance des échanges de plomb par voie maritime mais aussi des grandes distances pouvant être parcourues pour l'approvisionnement des ports et plombiers de l'Europe entière. Ici encore, des inscriptions sont également visibles sur sa face inférieure avec notamment le chiffre 37 parfaitement identifiable ainsi qu'une série de cercles dont la symbolique nous échappe encore (FIGURE 152).



Figure 152 : Lingot provenant du *Cadix*, parallélépipédique à section demi-circulaire et avec plat-bords ; marqué « LOS TRES AMIGOS », Num 389 (photo M. Veyrat)

Le chiffre arabe, similaire à ceux présents sur tous les lingots de type II étudiés jusqu'ici, pourrait donc faire référence au numéro de production du lingot. Toutefois ici il semble avoir été poinçonné et non incisé comme pour les autres exemplaires de ce type.

Chronologiquement, le type II parait constitué exclusivement d'artefacts datés de la fin du XVIIIe siècle et du XIXe siècle, hormis celui sans doute accidentellement inventorié lors de la fouille de la *Lomellina*. Les plus anciens lingots actuellement recensés sont ceux provenant de la *Boussole* (1785-1788), tandis que les plus récents précisément datés sont ceux de l'épave du *Modern Greece* (1862)[320].

[320] Il faut ajouter ici qu'au moins un lingot de type II a été découvert sur une épave du XXe siècle. Il s'agit du Dalton, naufragé en 1928 sur l'ile du Planier. Ces artefacts sortant du cadre d'étude n'ont pas été intégrés au corpus d'étude mais ils témoignent du maintien de cette morphologie à la fin du XIXe et au début du XXe siècle.

- Type III : parallélépipédiques, à section trapézoïdale

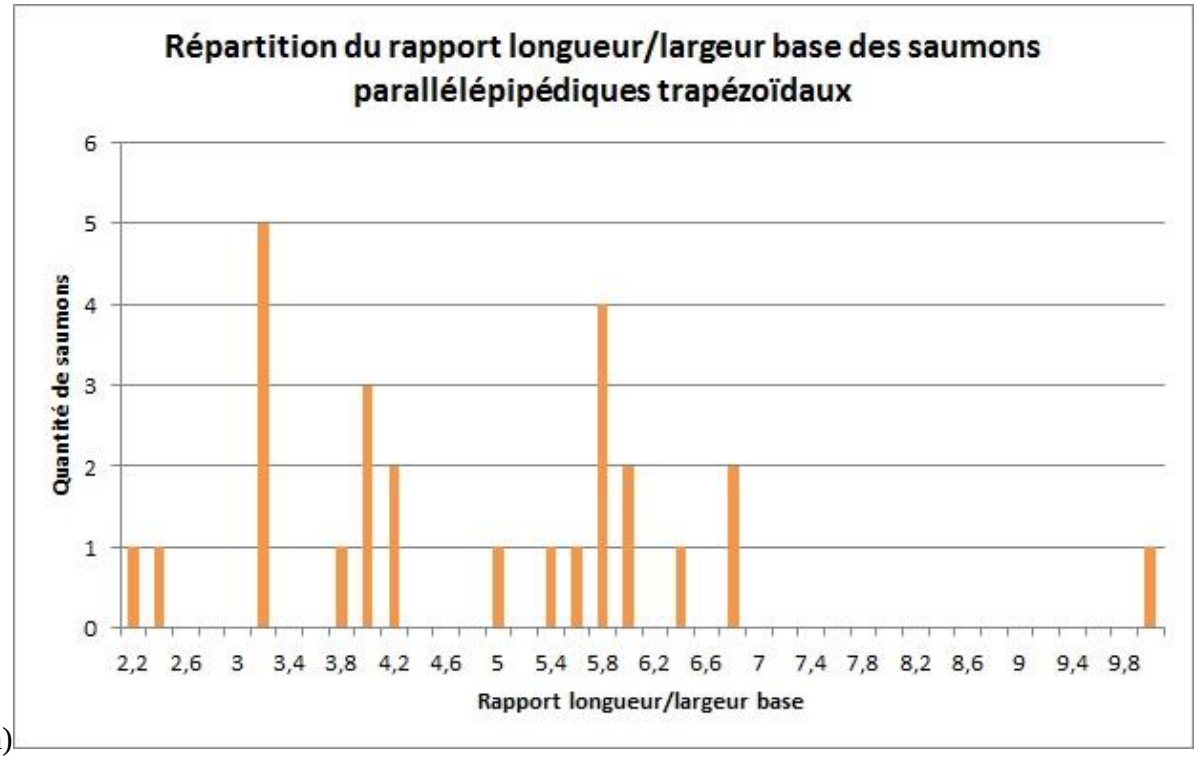
Cette fois encore, ce groupe (TABLEAU 13 supra) a été scindé en deux, le type III et le type IV, afin de rendre compte de la variation morphologique induite par la présence ou non d'un plat-bord. D'après ces critères visuels nous avons pu intégrer à ce groupe 50 artefacts répartis sur 19 fiches inventaire (TABLEAU 16).

Site et datation	Identification navire	Numéro(s) d'inventaire	Nombre total de lingots *in situ*	Nombre de lingots remontés et étudiés de type III
***Gran Grifon*, Fair Isle, Ecosse, 1588**	Invincible armada espagnole	159 - 160	6 min.	2
***Provinces Unies*, ile Maurice, 1615**	VOC	512	2	2
***Speaker*, ile Maurice, 1702**	Navire français capturé par les anglais. Navire pirate	509 – 510 – 511	3	3
Arles 1, *Galère de Livourne* supposée, 1714	Navire de commerce hollandais	182 – 183 – 184 – 185 – 186	10 env.	4 ou 5
***Adelaar*, ile de Barra, Ecosse, 1728**	VOC	168	42 min.	27
***Hollandia*, iles de Scilly, Angleterre, 1743**	Frégate VOC, provenance de Texel pour Batavia	478 – 479 – 480 – 482 – 483	8 min.	5
Poompuhar, Est Inde, XVIIIe	Non identifié	166	50 env.	2
***Ariane et Andromaque*, Lorient, 1812**	Frégates napoléoniennes doublées de cuivre	178	6 min.	6

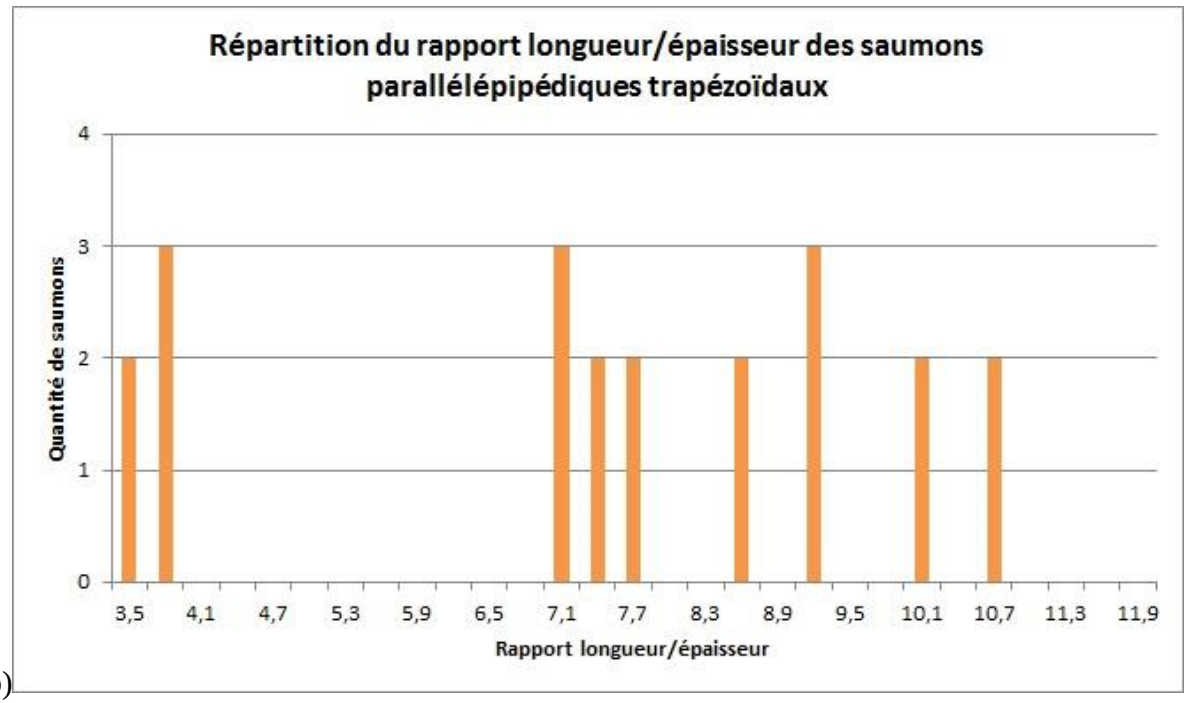
Tableau 16 : Liste des lingots de type III ayant été inventoriés au cours de cette thèse (réalisation personnelle)

Ces derniers ont la même morphologie générale mais présentent un certain nombre de variations mineures comme nous pouvons le constater à la fois par la répartition des données mesurables des groupes III et IV, compilées sur des histogrammes (FIGURE 153 a-c), mais aussi visuellement, par l'observation de la planche morphologique générale (FIGURE 154).

a)


Répartition du rapport longueur/largeur base des saumons parallélépipédiques trapézoïdaux
Quantité de saumons
0
1
2
3
4
5
6
2,2 2,6 3 3,4 3,8 4,2 4,6 5 5,4 5,8 6,2 6,6 7 7,4 7,8 8,2 8,6 9 9,4 9,8
Rapport longueur/largeur base

b)


Répartition du rapport longueur/épaisseur des saumons parallélépipédiques trapézoïdaux
Quantité de saumons
0
1
2
3
4
3,5 4,1 4,7 5,3 5,9 6,5 7,1 7,7 8,3 8,9 9,5 10,1 10,7 11,3 11,9
Rapport longueur/épaisseur

c)

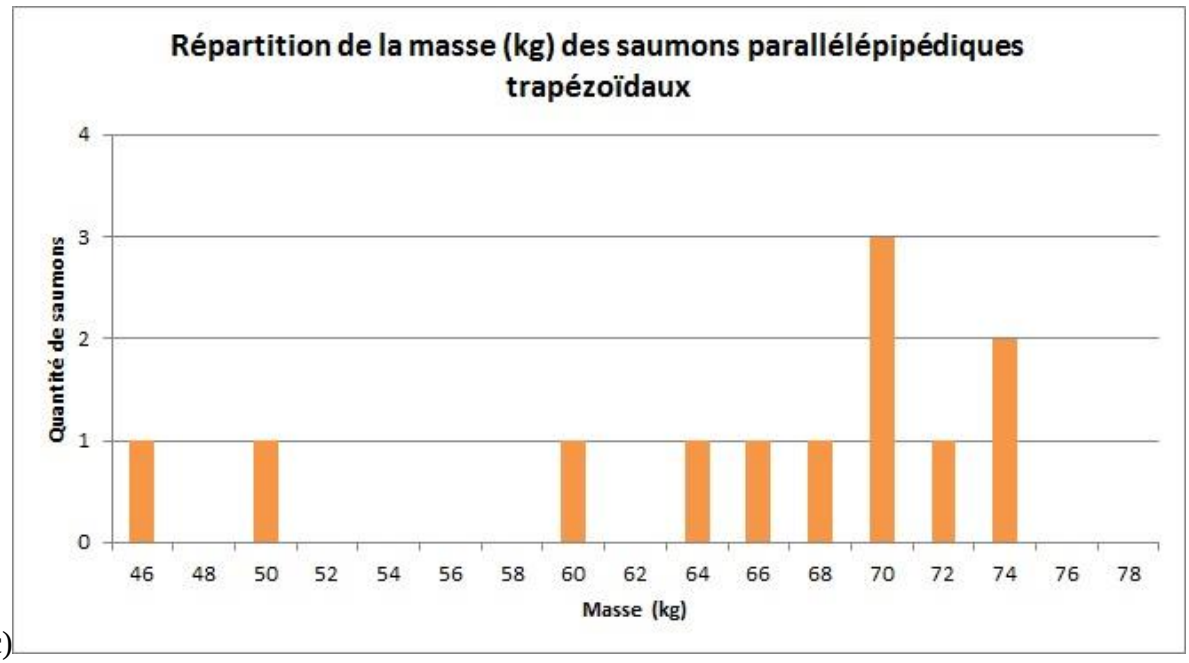


Figure 153 : Histogrammes présentant la répartition des lingots de type III et IV selon leurs rapports longueur – largeur (a), longueur – épaisseur (b) et suivant leurs masses (c) (réalisations personnelles)

Ces histogrammes témoignent de la très grande amplitude des dimensions observables dans cet ensemble parallélépipédique à section trapézoïdale.

Cette planche regroupe à la fois les dessins réalisés par nos soins au cours de cette recherche, mais également les dessins extraits de publications étrangères afin d'augmenter le nombre d'artefacts comparables visuellement.

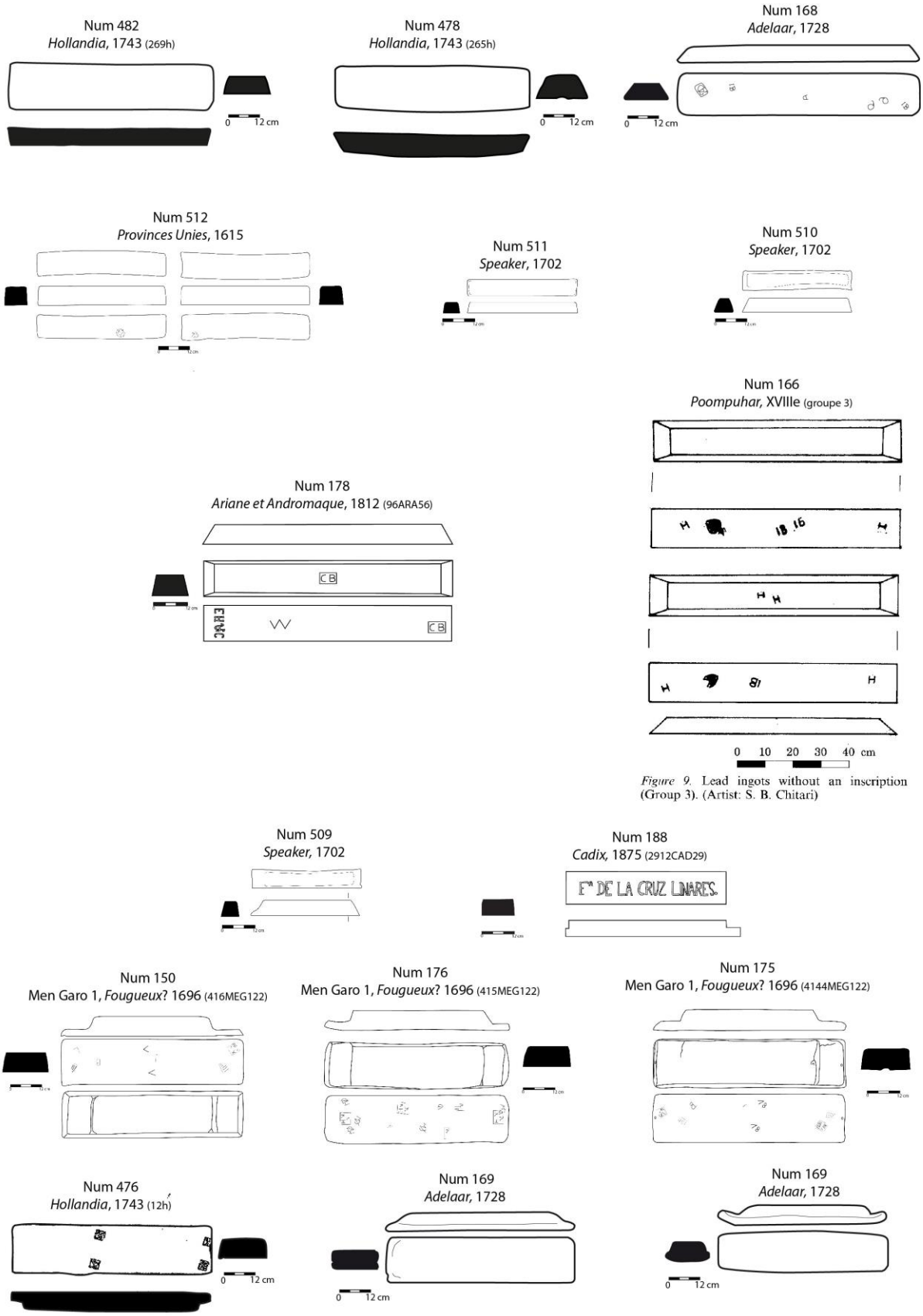


Figure 9. Lead ingots without an inscription (Group 3). (Artist: S. B. Chitari)

Figure 154 : Planche morphologique des lingots parallélépipédiques à section trapézoïdale enregistrés dans le corpus, types III et IV (compilation personnelle, dessins de publication et personnels)

A la vue de ces deux types de données, visuelles et mesurables, la très grande amplitude des dimensions prises par ces lingots apparait clairement et ce, même au sein de formes similaires. Cela se confirme si l'on se réfère aux rapports L/l et L/h mesurés pour ce groupe (TABLEAU 13) : 2,3 à 10,1 et 3,6 à 17,6.

Il s'agit du groupe le plus étendu au niveau de ses dimensions. Toutefois il faut préciser ici que cette amplitude très large est en grande partie imputable à un seul groupe de lingots ; il s'agit des artefacts provenant de l'épave supposée de la *Galère de Livourne*, 1714[321]. En effet, comme nous pouvons le voir sur cette photo, la forme de ces lingots est particulièrement compacte c'est-à-dire courte et très épaisse (FIGURE 155) : 3,2 en rapport L/l et 3,6 à 3,8 en rapport L/h. Il faut toutefois ajouter ici que cette morphologie particulière semble correspondre aux formes illustrées par les traités du XVIIIe siècle pour les lingots issus de la refonte des crasses et litharges, donc moins purs car issus d'un retraitement (cf 2.2.2). Il s'agit également de la même morphologie que celle prise par les lingots de plomb antiques, ce qui témoignerait d'une indéniable continuité de la technologie d'élaboration du plomb brut.



Figure 155 : Profils de deux lingots d'Arles 1, ou l'épave supposée de la *Galère de Livourne*, 1714 (photo DRASSM)

Ainsi, si l'on retire les dimensions de ces cinq lingots, le groupe restant se révèle beaucoup plus homogène : 2,3 à 6,8 comme rapport L/l et 7,1 à 17,6 pour le rapport L/h. Il faudra donc réfléchir à l'avenir à constituer un groupe supplémentaire pour cette morphologie de lingots si spécifique, mais nous avons souhaité attendre que d'autres exemplaires viennent s'y ajouter.

Au sein des lingots restant, trois variantes morphologiques peuvent être mises en évidence (FIGURE 154). Il s'agit en réalité d'une part, de lingots de forme assez brute, non dégrossie, aux bords plus ou moins réguliers, comme le Num 482 pour les plus grands ou le Num 512 pour les éléments les plus petits.

[321] Il s'agit des lingots Num 182 à 186 dans la base de données.

Puis, on trouve des lingots qui semblent beaucoup plus travaillés, avec des facettes apparentes sur leur face supérieure, tels les numéros Num 166, 178 ou encore 509 par exemple. Enfin, n'apparaissant pas sur cette planche car non vus directement, certains lingots de ce groupe présentent une forme rectangulaire très peu épaisse (FIGURE 156). Ces artefacts ont été mis au jour sur l'un des sites les plus anciens de cette étude, à savoir l'épave du *Gran Grifon* localisée en Ecosse et naufragée en 1588.



Figure 156 : Lingots de type III, découverts sur l'épave du *Gran Grifon*, 1588, en Ecosse et présentant une forme rectangulaire, peu épaisse, percée en son centre, Num 160 (photo Shetland Museum)

Ces derniers éléments sont particulièrement intéressants car il s'agit à ce jour des seuls exemplaires connus possédant un trou en leur centre. La fonction de ces perforations reste encore inconnue à l'heure actuelle. Il serait toutefois vraissemblable que cet aménagement ait pu aider ou faciliter le soulèvement de ces masses importantes. En France, nous avons également pu observer la présence de telles perforations sur des lingots de ce type III mais plus tardif; il s'agit de ceux provenant du site d'Arles 1 déjà présentés (FIGURE 155). Ces lingots sont également perforés, mais ces trous se situent cette fois sur l'une de leurs extrémités et de plus, ils ne sont pas traversant. Ainsi, peut-être s'agissait-il cette fois d'une simple cavité permettant de bloquer un outil de levage à l'intérieur ?

En ce qui concerne les inscriptions recensées sur les lingots de ce groupe, leurs faces inférieures n'en sont pas toutes pourvues, contrairement au groupe précédent. Nous ne pouvons apporter, à ce point de la recherche, une explication rationnelle à cette différence importante, d'autant que certains des artefacts marqués présentent quant à eux, une répétition de ces marques sur toute leur longueur, telle que celle repérée sur les types I et II.

Les seules marques identifiées à ce stade sont les initiales IB, que nous avons déjà évoquées et le symbole VEIC en forme de cœur sur le Num 166, faisant directement référence aux bâtiments armés par la « United East India Company » pour faire le commerce avec les Indes au XVIIIe siècle. Les autres inscriptions, symboles, lettres ou chiffres, sont présentés sur la planche annexe 9 mais n'ont pu à ce jour être reliés à un producteur ou un commerçant en particulier.

Ainsi, malgré ces variations conséquentes, il a été choisi, comme déjà évoqué, de ne pas créer une multitude de sous-groupes afin d'éviter les sur-interprétations archéologiques. Ce travail se veut donc plutôt comme un préalable aux recherches futures, qui viendront étayer et affiner les groupes morphologiques proposés ici.

Les artefacts du type III présentent une grande amplitude chronologique, puisque l'élément le plus ancien a été retrouvé sur l'épave espagnole du *Gran Grifon* en 1588 et le plus récent est issu des frégates napoléoniennes *Ariane et Andromaque*, naufragées sur les côtes françaises en 1812.

- Type IV : parallélépipédiques, à section trapézoïdale, avec plat-bord.

Seules six fiches inventaire de la base mobilier présentent des lingots parallélépipédiques, à section trapézoïdale mais avec des plat-bords à leurs extrémités. Ces fiches recensent des lingots provenant de sites éloignés géographiquement et chronologiquement (TABLEAU 17).

Site et datation	**Identification navire**	**Numéro(s) d'inventaire**	**Nombre total de lingots *in situ***	**Nombre de lingots remontés et étudiés de type IV**
Men Garo 1, *Fougueux* supposé, ile de Bréhat, 1696	Frégate corsaire	150 – 175 – 176	3 min.	3
***Adelaar*, ile de Barra, Ecosse, 1728**	VOC	169	42 min.	2
***Hollandia*, iles de Scilly, Angleterre, 1743**	VOC, provenance de Texel pour Batavia	476	8 min.	1
***Cadix*, Ouessant, 1875**	Navire vapeur anglais, liaison Lisbonne-Londres	188	2 min.	1

Tableau 17 : Liste des lingots de type IV ayant été inventoriés au cours de cette thèse (réalisation personnelle)

Ainsi, malgré le nombre réduit d'artefacts composant ce groupe, soit sept lingots, ils couvrent une amplitude chronologique de près de deux siècles et sont présents depuis les côtes bretonnes jusqu'en Ecosse.

L’ensemble de ces artefacts a pu être inventorié d’une façon suffisamment précise pour permettre leur retranscription sur la planche morphologique présentée ci-dessus (FIGURE 154).

Comme on le constate aisément, contrairement aux lingots du groupe III, ces artefacts se ressemblent beaucoup plus : leurs dimensions et leur profil général semblent assez standardisés (FIGURE 157), hormis le lingot marqué : F^{A} DE LA CRUZ LINARES, provenant du *Cadix* qui se révèle être plus fin que les autres. Leur morphologie semble donc relativement stable entre la fin du XVIIe et le milieu du XVIIIe siècle. L’exemplaire provenant du *Cadix* étant beaucoup plus tardif (1875), nous ne pouvons évaluer les caractéristiques de cette évolution entre la fin du XVIIIe siècle et la seconde moitié du XIXe siècle.



Figure 157 : Lingot découvert sur le site de Men Garo 1, supposément le *Fougueux*, 1696, Num 175 et lingots provenant de *L’Adelaar*, 1728 (photo M. Veyrat et Martin, 2005, p. 179-210)

Du point de vue des inscriptions portées par les lingots de ce groupe, nous constatons qu’elles ne sont pas présentes systématiquement.
Il est toutefois particulièrement intéressant de noter que les lingots découverts sur le site de Men Garo 1 possèdent tous trois des inscriptions sur leur face inférieure, reprenant la même

combinaison que sur l'ensemble des lingots marqués déjà vus (types I, II et III) : un chiffre et des initiales (FIGURE 158).



Figure 158 : Détail de la face inférieure du lingot Num 175 découvert sur Men Garo 1. La date 1697 apparait dans un cartouche carré (photo T. Boyer, Adramar)

Cependant, le chiffre incisé est le même sur deux des trois artefacts : 1697. Il semblerait donc qu'il fasse plutôt référence à une date de production et non au numéro de coulée du lingot comme cela était le cas habituellement. Toutefois, la présence de ces datations remet en cause l'identification du site de Men Garo 1 proposée par Patrice Cahagne comme étant le *Fougueux* présumé, puisque celui-ci apparait dans les archives comme ayant fait naufrage en 1696, soit un an avant le marquage des lingots. L'auteur explique ce hiatus chronologique par l'utilisation de cloches à plongeur lestées par ces lingots pour des récupérations faites sur le site un an après le naufrage. Or, à ce jour, aucune preuve n'a été apportée de cette proposition. D'une manière plus large, ce type de marque n'a jamais été retrouvé sur aucun autre lingot de ce type à ce jour. Nous reviendrons plus loin dans ce chapitre sur l'analyse détaillée de la signification de ces marques spécifiques (TABLEAU 22 infra).

Le lingot provenant du *Cadix* quant à lui, n'a aucune inscription visible sur sa face inférieure, tout comme ceux provenant de l'*Adelaar*. Seul le lingot du *Hollandia* possède également des marques sur cette face. Il s'agit de quatre cartouches carrés entourant l'inscription RM 36 (FIGURE 154 supra et fiches inventaires volume II). Nous ne pouvons à ce jour identifier la signification de cette marque.

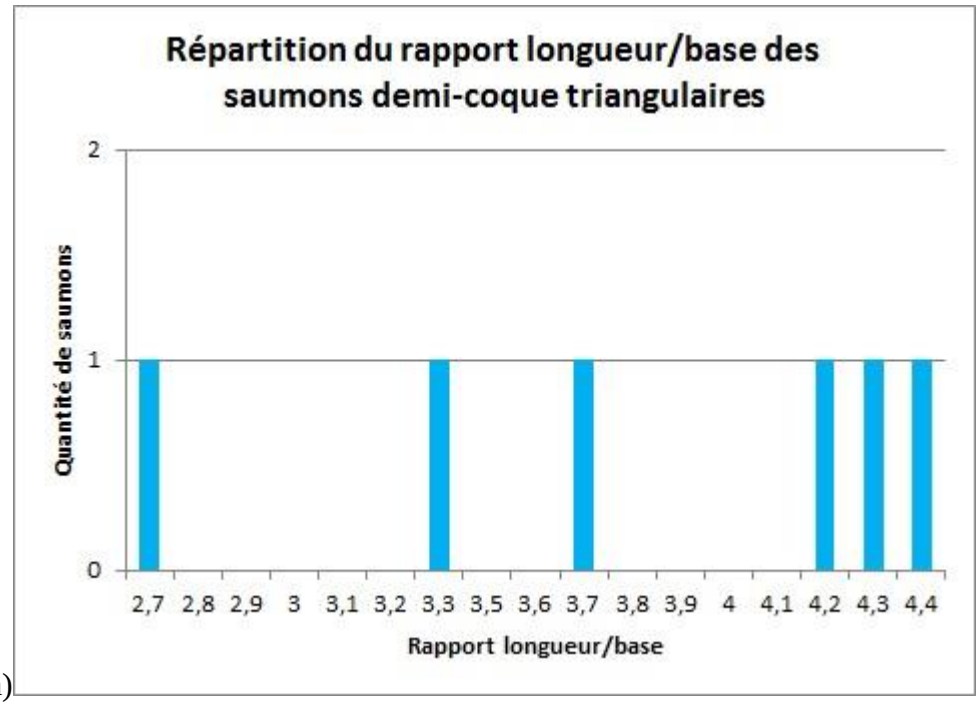
Les lingots de ce groupe sont présents particulièrement longtemps dans le temps puisqu'on les retrouve de la fin du XVIIe à la fin du XIXe siècle.

- Type V : en forme de demi-coque, à section triangulaire

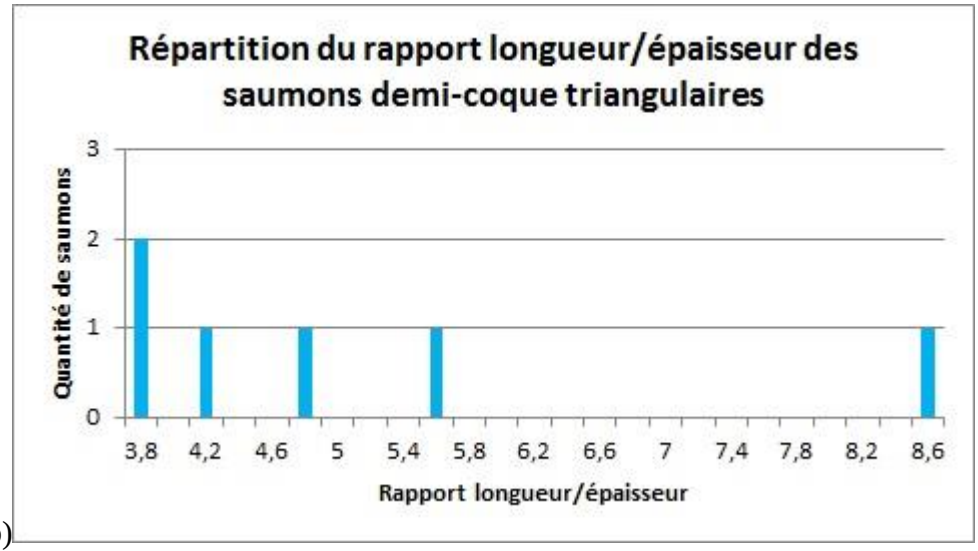
Nous trouvons ensuite dans notre corpus, des lingots très différents morphologiquement et bien caractérisés. Ils se caractérisent par leur forme plus ramassée, leur section triangulaire et leurs bouts pointus. Leur rapport L/l moyen est de 3,8 (plutôt que d'être compris entre 4,5 et 5,5 pour les groupes précédents) et leur rapport L/h moyen vaut 5,2 (au lieu d'être situé entre 9 et 12) (TABLEAU 13).

Les histogrammes présentant la répartition dimensionnelle de ces lingots sont présentés ci-dessous mais nous ne pouvons les exploiter en l'état puisqu'il n'y a pas assez de données pour que les observations puissent être considérées comme suffisamment représentatives de la réalité (FIGURE 159 a-c). Il s'agit plutôt d'une base de travail qu'il faudra à l'avenir incrémenter au fil des découvertes et des publications futures.

a)



b)



c)

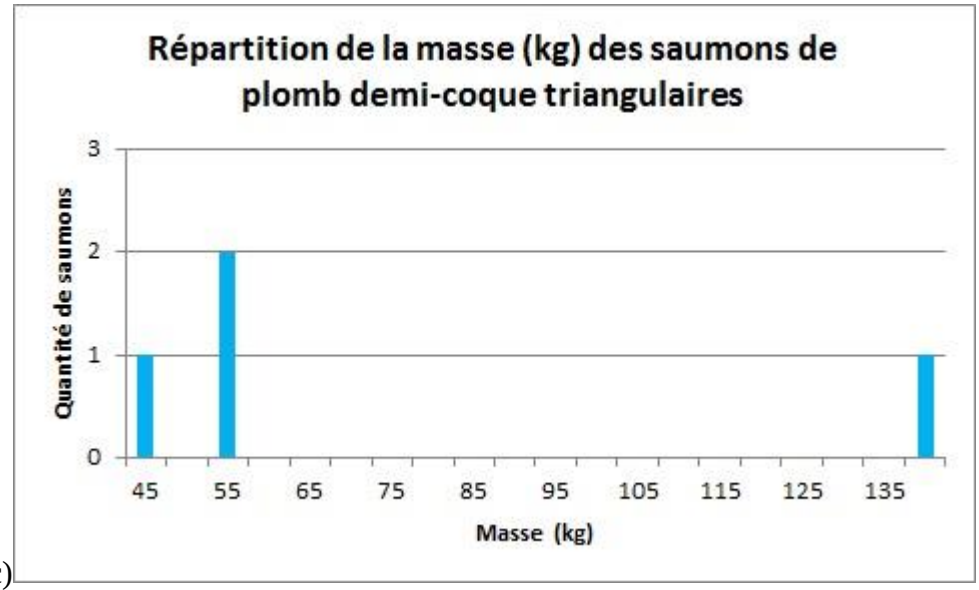


Figure 159 : Histogrammes présentant la répartition des lingots de type V selon leurs rapports longueur – largeur (a), longueur – épaisseur (b) ou encore suivant leurs masses (c) (réalisations personnelles)

Bien que les dimensions de ce groupe de lingots présentent une certaine amplitude, leurs proportions respectives restent toutefois similaires, induites par l'homogénéité de leur aspect visuel. En effet, les lingots de ce type sont particulièrement semblables et aisément identifiables. Il s'agit de lingots ayant un profil en demi-coque de navire et une section triangulaire (FIGURE 160).



Figure 160 : Vue du profil en demi-coque du lingot découvert sur le site de Pen Azen 1, XVIe siècle, Num 147 (photo Frédéric Osada, DRASSM)

Cette forme si spécifique explique pourqui ce type de lingot a toujours été nommé « demi-coque » dans les diverses publications consultées à ce jour[322]. Nous avons donc choisi de conserver cette appellation pour faciliter des comparaisons futures.

D'après ces critères numériques et visuels, 17 lingots, sur neuf fiches inventaire, ont pu être rattachées à ce groupe (TABLEAU 18).

[322] Dans les publications anglaises, cette forme est d'ailleurs souvent nommée « boat-shaped ».

Site et datation	Identification navire	Numéro(s) d'identification	Nombre total de lingots *in situ*	Nombre de lingots de type V remontés et étudiés
***Gran Grifon*, Fair Isle, Ecosse, 1588**	Invincible armada espagnole	155 – 156 – 157	6 min.	3
***Girona*, Antrion County, Irlande, 1588**	Invincible armada espagnole	Non inventorié	17 min.	17
Punta Restelos, Galice, 1596	Invincible armada espagnole	546	7 min.	7
Pen Azen 1, ile de Bréhat, XVIe	Non identifié	147	plusieurs	3
Pornichet 1, 1656	Compagnie de Madagascar ?	151 – 208	plusieurs	2
***Repulse*, Raz de Sein, 1800**	Vaisseau Royal Navy	145	1 min.	1
Inconnu	Découverte isolée	170		1
Punta Carballeira, Galice, non daté	Non identifié	Non inventorié	18 min.	18

Tableau 18 : Liste des lingots de type V ayant été inventoriés et recensés au cours de cette thèse (réalisation personnelle)

Sur cet ensemble, seul sept artefacts ont été découverts sur nos côtes et six d'entre eux ont pu être dessinés à l'échelle ¼ pour être présentés sur une même planche morphologique (FIGURE 161). Ainsi, très peu d'artefacts de ce type ont pu être observés directement, mesurés et pesés précisément ce qui explique en partie le faible nombre de données intégrées aux histogrammes précédents.

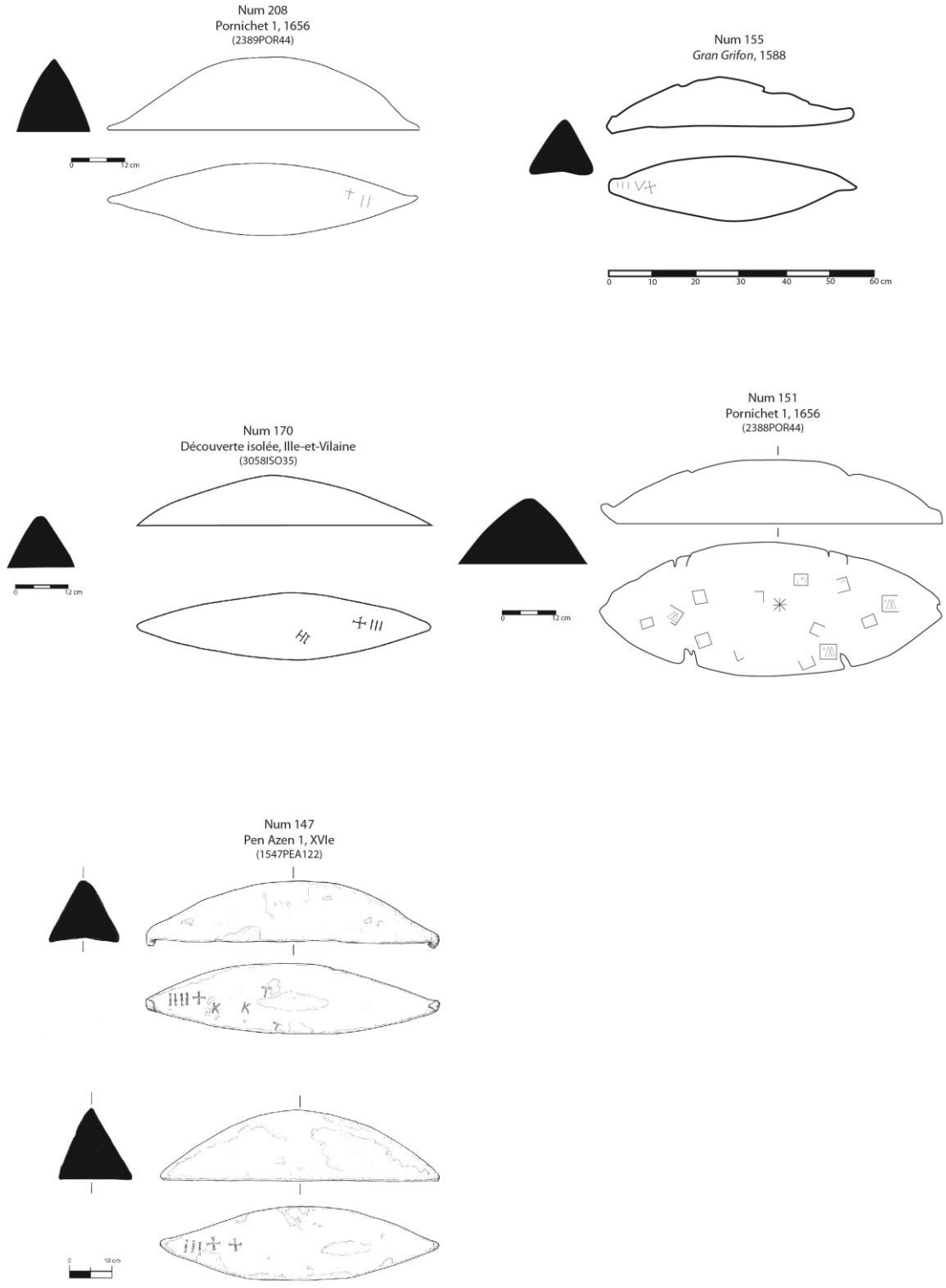
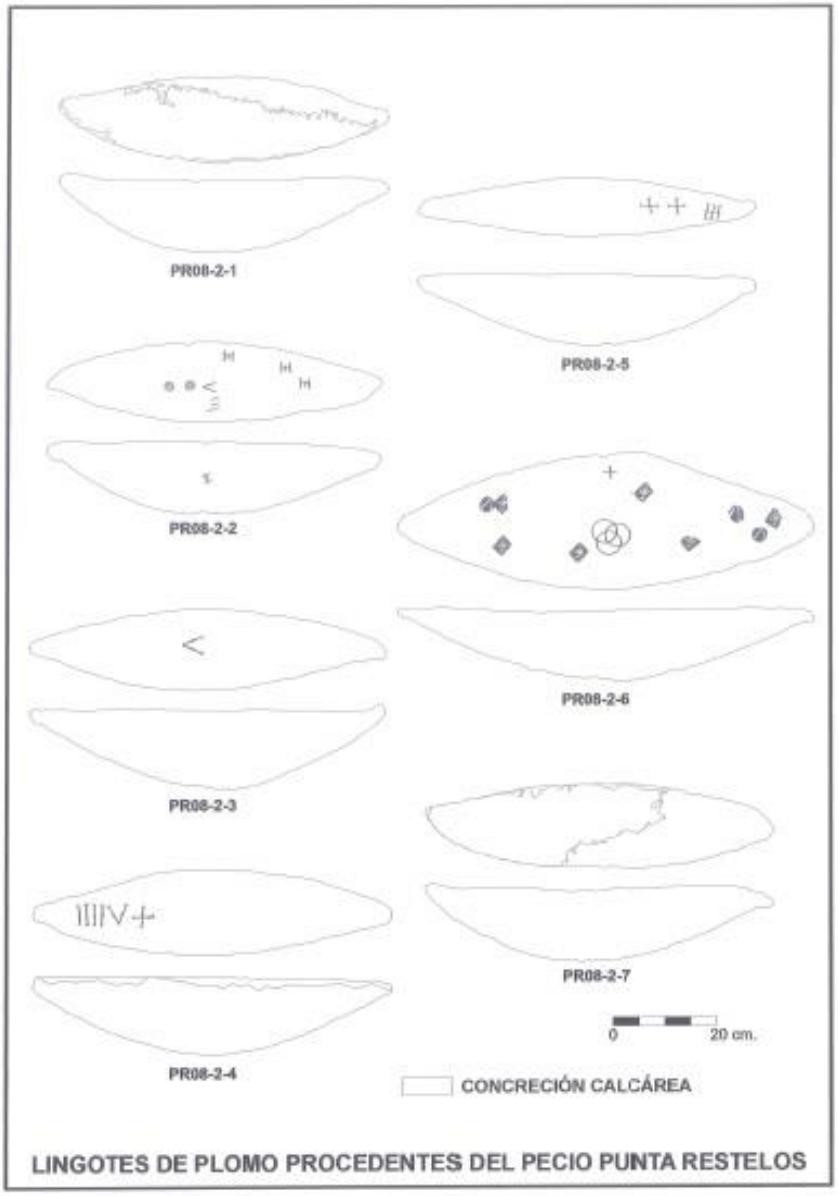


Figure 161 : Planche morphologique des lingots en forme de demi-coque, à section triangulaire (dessins E. Veyrat et personnels)

Malgré ce faible nombre d'artefact français, ce groupe est particulièrement bien défini puisqu'il a bénéficié de l'apport de données étrangères. Trois lingots en effet, ont été remontés de l'épave du navire amiral de l'Invincible Armarda, le *Gran Grifon* (1588). Toutefois, ils n'ont pu être étudiés précisément car aucune mesure détaillée n'était intégrée à

la publication scientifique. Par ailleurs, deux ensembles de lingots ont été découverts sur les côtes du Portugal : sept à Punta Restelos (1596) 18 à Punta Carballeira (non daté) (FIGURE 162). Ces derniers artefacts n'ont pas encore été intégrés au corpus de cette thèse car leur datation précise tout comme certaines de leurs mesures étaient manquantes.



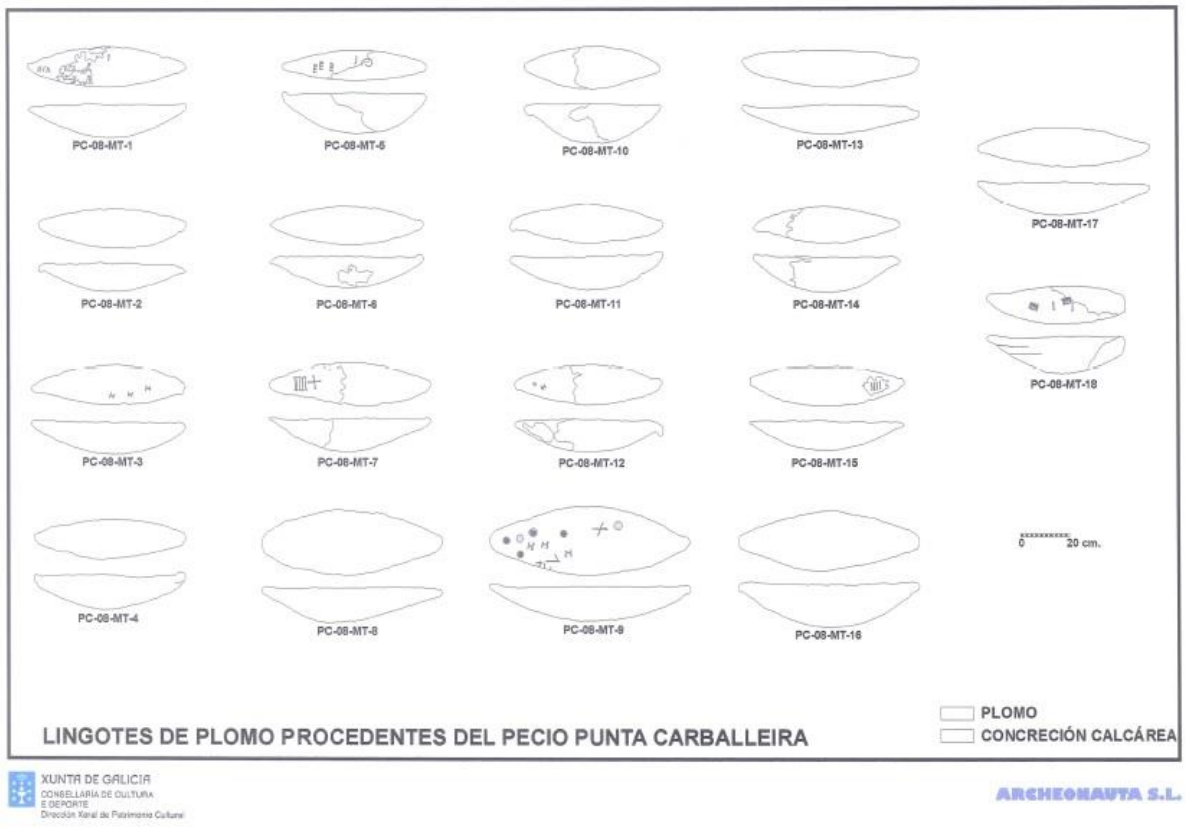


Figure 162 : Dessins des lingots découverts sur les sites de Punta Restelos et Punta Carballeira en Espagne (Dessin Xunta de Galicia, conseiller culturel)

On remarque une très grande ressemblance entre les lingots découverts sur le littoral français et ceux mis au jour à l'étranger, tant au niveau de leur morphologie générale qu'au niveau de leurs inscriptions. Sur la totalité de ce groupe seuls quelques rares exemplaires ne sont pas marqués sur leur base, et cette absence pourrait être due à une oxydation couvrante de leur surface.

Une distinction semble toutefois pouvoir être faite, au sein de ce groupe, entre les lingots peu larges et fins, pesant autour d'un quintal, tel le numéro 170 par exemple, et ceux plus grands, plus larges et surtout plus lourds, autour de deux quintaux, comme le numéro 151. L'étude des mesures historiques en pieds de ces lingots nous permet d'identifier ces mêmes sous-groupes : un premier mesurant autour de deux pieds de long pour un demi-pied de large et un deuxième sous-ensemble plus grand, mesurant autour de deux pieds et demi de long pour près d'un pied de large[323].
Il est intéressant de constater que les inscriptions visibles sur ce groupe de lingot semblent également varier suivant la forme du lingot. Ainsi, sur les lingots les plus fins, on note la présence de chiffres romains, systématiquement associés au moins à une croix potencée sur l'une de leurs extrémités (FIGURE 163 a-c).

[323] Le pied employé ici correspond au « pied de roi » français afin de pouvoir comparer l'ensemble des dimensions des groupes constitués suivant une mesure de référence commune. Il s'agit d'un choix arbitraire qui ne correspond pas forcément aux réalités anciennes.

a)



b)





c)

Figure 163 : Lingots demi-coques présentant les mêmes types de marques : croix, barres verticales associées ou non à des initiales. De haut en bas : a) Num 147, Pen Azen 1, XVIe siècle, b) Num 170, lingot isolé, Ille et Vilaine et c) Num 546, Punta Restelos, 1596 (photos F. Osada, DRASSM, M. Veyrat et nauticalarch.org)

Ces chiffres romains pourraient correspondre au numéro de la coulée. Ainsi sur les lingots découverts sur le site de Pen Azen 1 par exemple, on constate la même croix suivie du chiffre III et IIII sur le deuxième lingot. La correspondance entre ces marques et les masses ou les dimensions de ces lingots a été analysée mais aucun lien probant n'en est ressorti.

Sur certains d'entre eux, des initiales en lettres majuscules incisées sont également présentes, mais il s'agit de cas assez rares sur l'ensemble de ce corpus. Prenons toujours l'exemple des lingots de Pen Azen 1, les initiales K, T ou HL pourraient renvoyer aux plombiers ou marchands ayant produit et commercialisé ce plomb brut.

Dans le cas des lingots de type V les plus larges et les plus lourds, on remarque que les inscriptions sont beaucoup plus nombreuses. Celles-ci recouvrent la quasi-totalité de la base et représentent des symboles ou des poinçons, répétés à diverses reprises mais en aucun cas des chiffres romains comme sur les artefacts les plus fins (FIGURE 164).



Figure 164 : Détail des inscriptions portées sur la face inférieure des lingots larges en forme de demi-coques, découverts respectivement sur le site de Pornichet 1, 1656, Num 151 et de Punta Restelos, 1596, au Portugal, Num 546 (photos Arc Antique et Joe Casaban)

Dans les deux cas présentés ci-dessus, on remarque la présence de cartouches quadrangulaires, répétés sur la quasi-totalité de leur base, dans lesquels on lit une petite croix et un grand W. Cette lettre, a été identifiée par les archéologues travaillant sur le site de Punta Restelos comme un symbole d'une production vendue par la famille Welser, l'une des plus principales familles de banquiers du XVIe siècle en Europe.

Ce marquage multiple et couvrant pourrait s'expliquer par le besoin de conserver une marque de provenance, de contrôle, dans le cas où le lingot viendrait à être découpé en plusieurs parties, vendues ou utilisées séparément.

Le degré de ressemblance entre l'ensemble des lingots inventoriés dans ce groupe est frappant, laissant supposer une grande unité dans la production de ce type V. Il serait opportun de réaliser des analyses physico-chimiques sur les lingots du littoral français, et sur ceux découverts au Portugal pour vérifier si une origine commune peut réellement être envisagée. Les chercheurs José Luis Casaban, Raul Gonzales, Miguel San Claudio et Filipe Castro ayant travaillé sur Punta Restelos ont d'ailleurs débuté ces analyses mais n'ont pas encore publié leurs résultats[324].

Il faut également ajouter que sur les exemplaires les plus larges, on observe des échancrures, ou entailles, présentes sur les arêtes latérales près de leurs bords ainsi que des traces d'enfoncements linéaires sur le dessus des pièces (FIGURE 165). On pourrait y voir des stigmates du passage des liens qui servaient à soulever et manipuler ces masses imposantes ou, des entailles réalisées volontairement après la coulée pour faciliter la manutention ou la pesée des lingots produits.



Figure 165 : Lingot demi-coque de Pornichet 1, 1656, présentant des enfoncements destinés au passage de liens, Num 151 (photos Arc Antique)

Dans l'article rédigé par Richard Price et son équipe sur les lingots du *Kennemerland*[325], la pesée de ces artefacts est effectuée par un système de balance et d'attache bien spécifique (FIGURE 166). Ainsi, bien que les lingots de ce site ne soient pas tout à fait de la même forme que ceux du type V présentés ici, leur masse est tout aussi importante et il est

[324] CASABAN *et al*., 2014, p. 165-171.
[325] Price *et al*., 1980

envisageable que ce système se rapproche de ce qui devait se faire à l'époque à la fois pour peser et vendre les lingots, mais aussi pour pouvoir les charger à bord des navires.



Figure 166 : Pesée des lingots provenant du site du *Kennemerland* 1664, iles de Skerries, Royaume-Unis (photo Price *et al.*, 1980, figure 3, p. 9)

Ce groupe est donc particulièrement homogène morphologiquement, même s'il est possible d'y distinguer deux sous-ensembles. Toutefois, la présence sur certains sites, comme Punta Restelos ou Pornichet 1, d'une cargaison mixte nous permet d'envisager une production unique, pour laquelle les plombiers pouvaient choisir entre ces deux formes suivant les masses à produire.

Par ailleurs, ce groupe V parait aussi très homogène du point de vue de ses datations. En l'état de nos connaissances, seuls des épaves et sites datant des XVIe et XVIIe siècles ont livré de tels exemplaires, s'échelonnant de 1588 pour le *Gran Grifon*, à 1656 pour la date présumée du naufrage de l'épave Pornichet 1.
L'artefact provenant du *HMS Repulse* et datant de 1800 n'ayant jamais été retrouvé dans les réserves archéologiques, son intégration à ce groupe n'a été basée que sur une unique photo peu précise. C'est pourquoi il a été choisi de ne pas l'intégrer à cette répartition chronologique.

- Type VI : plano-convexes, à section demi-circulaire (aussi nommé galette)

Ce groupe se distingue des autres d'après sa forme très spécifique. En effet, il s'agit de lingots grossièrement circulaires, dont la section est également demi-circulaire. Ils ressemblent donc à ce qu'on nommerait aujourd'hui une « galette » et apparaissent d'ailleurs sous ce terme dans certaines publications. D'après cette définition morphologique et visuelle, nous avons pu intégrer à ce groupe VI quatre lingots seulement recensés dans le corpus de cette thèse (TABLEAU 19).

Site et datation	Identification navire	Numéro(s) d'inventaire	Nombre total de lingot *in situ*	Nombre de lingots de type VI remontés et étudiés
***Gran Grifon*, Fair Islande, Ecosse, 1588**	Invincible armada espagnole	158	6 min.	1
Aanloop Molengat, ile de Texel, Pays-Bas, 1635	Navire hollandais	Non inventorié	30 à 50 tonnes	167
Saint-Gilles-Croix-de-Vie, XVIe-XVIIe[326]	Découvertes isolées	180 – 181	2 min.	2
***Atlas*, Ouessant, 1739**	Vaisseau français, provenance de Louisiane pour La Rochelle	189	1 min.	1

Tableau 19 : Liste des lingots de type VI ayant été inventoriés au cours de cette thèse (réalisation personnelle)

Bien qu'il soit particulièrement délicat d'extrapoler les critères mesurables caractéristiques de ce groupe à partir d'un si faible nombre d'artefacts, voici toutefois ce que l'on peut en dire à ce jour (TABLEAU 13 supra) : un rapport L/l compris entre 1,1 et 2,3 et un ratio L/h évoluant quant à lui entre 4,4 et 9,1. La une masse varie entre 51 et 63 kg. Il s'agit donc bien ici de la forme de lingot la plus petite et la plus légère de notre corpus. Aucun histogramme de répartition n'est fourni ici puisqu'ils ne seraient pas exploitables avec aussi peu de données.

Les quatre exemplaires inventoriés dans ce groupe proviennent respectivement de l'épave espagnole du *Gran Grifon* (1588), du site non identifié de Saint-Gilles-Croix de Vie (XVIe-XVIIe siècle) et de l'épave supposée de l*'Atlas* (1739). Cette dernière identification,

[326] Datation proposée par le chercheur Bernard de Maisonneuve d'après les marques relevées sur les lingots.

qui octroirait au groupe une datation tardive, serait cependant sujette à caution car l'identité de l'épave, située en mer d'Iroise, demanderait cependant à être vérifiée.

Sur ce petit ensemble, seuls les deux lingots de Saint-Gilles-Croix de Vie ont été décrits avec suffisamment de précision par Bernard de Maisonneuve, le chercheur qui en a conduit l'étude, pour pouvoir être ici analysés. En effet, le lingot signalé sur l'*Atlas* n'a jamais pu être retrouvé au sein des dépôts archéologiques visités lors de cette thèse et le celui provenant du *Gran Grifon* n'a, quant à lui, pas été décrit en détail dans la publication du site. Nous ne pouvons donc à ce jour estimer s'ils possédaient ou non des inscriptions sur leur face inférieure ou encore si des entailles ou autres stigmates y sont présents.

Ainsi, les deux lingots de Saint-Gilles-Croix de Vie ont été pris dans les filets de pêcheurs au large de la ville (FIGURE 167). On peut donc supposer que d'autres exemplaires subsistent encore *in situ*. L'absence de contexte archéologique rend la datation des artefacts malaisée et ne permet pas d'estimer le chargement initial des lingots, ni de comprendre leur provenance par exemple. Pour pallier ce manque, Bernard de Maisonneuve a réalisé un certain nombre de prospections archéologiques qui n'ont pas permis, à ce jour, de retrouver d'autres vestiges.



Figure 167 : Deux lingots de plomb plano-convexes, découverts au large de Saint-Gilles-Croix de Vie (photo B. de Maisonneuve)

Sur la photo fournie dans le rapport d'étude de ces lingots, nous constatons que leurs bords ne sont pas réguliers et parfaitement tracés, ce qui suggère peut être une coulée dans un simple creux dans le sol, sans moule particulier. Une observation microscopique de la surface de ces lingots pourrait peut être permettre de confirmer cette hypothèse, mais celle-ci n'a pu être menée dans le temps impartis à cette thèse et il faudra envisager cette étude ultérieurement.

Afin de mieux illustrer cette morphologie très sommaire, voici présentée ici une photographie de l'une des morphologies des lingots d'étain découverts sur l'épave de Bloscon 1 près de Roscoff (IIIe-IVe siècles) qui s'y apparente fortement (FIGURE 168).



Figure 168 : Lingot d'étain de forme circulaire découvert sur l'épave de *Roscoff* en Bretagne, IIIe-IVe siècles, exposé dans le cadre de l'exposition Mémoire à la mer, Mai 2016, à Marseille (photo M. Veyrat)

L'observation des lingots de Saint-Gilles montre sur leur face inférieure plane, un grand nombre de marques inscrites à la surface du métal (FIGURE 169).

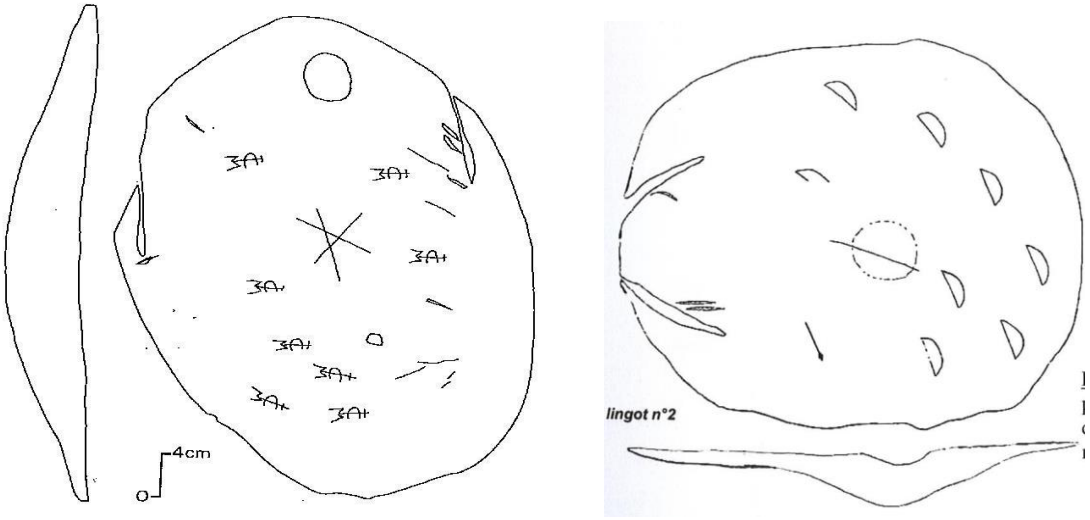


Figure 169 : De gauche à droite, face inférieure du lingot Num 180 de Saint-Gilles-Croix de Vie et de ses inscriptions : une étoile, des stries, un cercle et huit symboles CM, puis idem pour le lingot Num 181 : huit symboles de croissant de lune et un cercle (dessins Bernard De Maisonneuve)

Il est intéressant de constater que malgré leur très grande similarité morphologique, ces deux lingots présentent des marques bien individualisées. Ainsi, tout deux révèlent un symbole central : une croix et un cercle barré, mais ils ne portent ensuite l'un et l'autre qu'un unique symbole, répétés huit fois, variant sur chaque lingot. Il s'agit des lettres CM associées par un trait pour le lingot 180 et une sorte de croissant de lune ou de lettre D sur le lingot 181.
Bernard de Maisonneuve a pu relier ce symbole CM à des marques de marchands reprenant la symbolique du chiffre 4. Nous avions déjà présenté cette approche lors de l'étude des marques portées par les lingots de la *Boussole*, pouvant s'y apparenter graphiquement et symboliquement.

Il serait indispensable de retrouver d'autres lingots de ce site afin d'établir si les marques qu'ils portent varient d'un lingot à un autre, ou si ces deux « modèles » se retrouvent sur l'ensemble des lingots présents *in situ* ? Il sera donc important de rester vigilant à l'avenir sur la découverte potentielle de ces artefacts par les pêcheurs de la zone.

A l'étranger, hormis les lingots du *Gran Grifon* déjà mentionnés, d'autres exemplaires de ce type existent mais n'ont pu être inventoriés lors de cette thèse faute de mesures suffisamment précises. C'est notamment le cas de l'épave du navire hollandais surnommé Aanloop Molengat par sa localisation, qui fit naufrage chargé de métaux, de textiles et d'autres marchandises commerciales autour de 1635 au large de l'ile de Texel, aux Pays-Bas. Ce site archéologique a fait l'objet d'un article coordonné par Thijs Maarleved et publié dans la revue *International Journal of Nautical Archaeology* en 2012[327]. Sur l'épave, le plomb constitue la deuxième marchandise embarquée en termes de masse. Ainsi, entre 30 et 50 tonnes de plomb brut ont été estimés être présents sur le site d'après les auteurs de l'étude, sur les 550 à 600 tonnes de capacité de charge totale. L'essentiel de la cargaison était constituée de fer brut puisque ce métal représente à lui seul 510 à 570 tonnes du chargement mis à jour et estimé. Ce site témoigne ainsi, de l'importance de ces cargaisons de métaux, dont le plomb faisait partie, pour le commerce européen dès le XVIIe siècle.

D'après l'étude archéologique, les lingots de plomb ont été découverts à l'extrémité arrière du navire, posés directement sur les planchers de cale (FIGURE 170). Ils sont représentés en bleu clair sur le plan ci-dessous. Les barres de fer transportées étaient posées sur ces lingots de plomb. Il semble que le naufrage n'ait pas perturbé le mode de stockage de ces lingots à bord et il est intéressant de voir comment ces deux types de métaux bruts ont été associés durant leur transport, en s'adaptant à leurs morphologies respectives.

[327] MAARLEVELD 2012, p. 113.

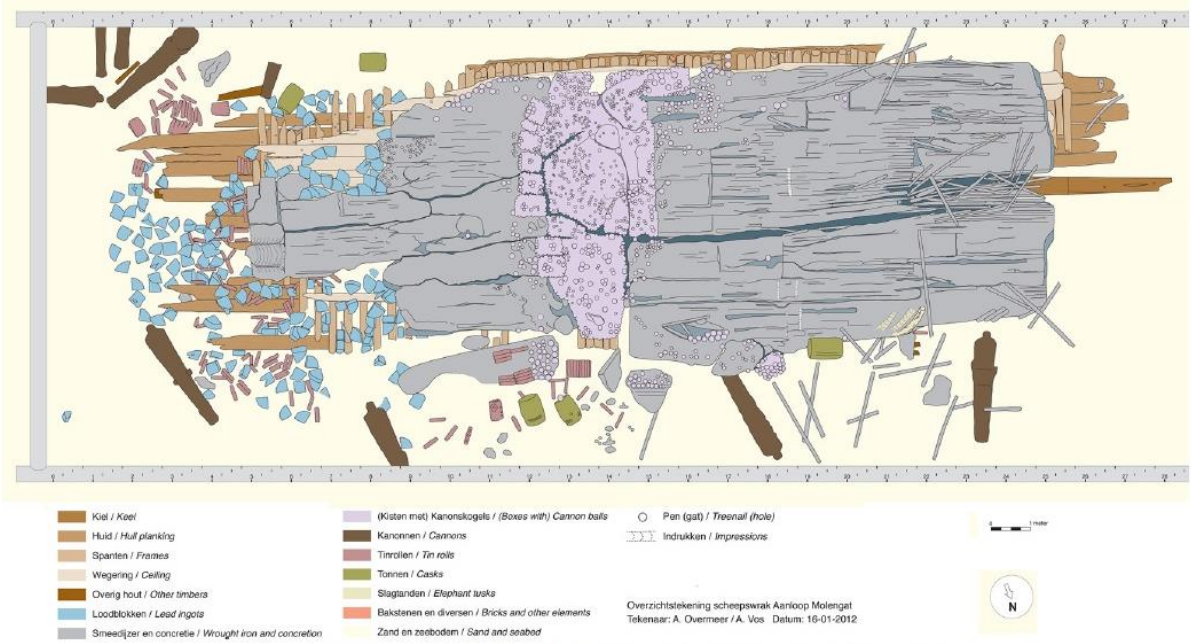


Figure 170 : Plan de la répartition du mobilier sur l'épave Aanloop Molengat, 1635. Les lingots de plomb sont représentés en bleu, les barres de fer en gris (Maarleveld, 2012, p. 97)

Comme on le voit sur ce plan, les 167 lingots mis au jour sont décrits par les auteurs de l'étude comme étant cunéiformes ou plus ou moins carrée. Cela se confirme sur les clichés *in situ* publiés dans l'étude (FIGURE 171).

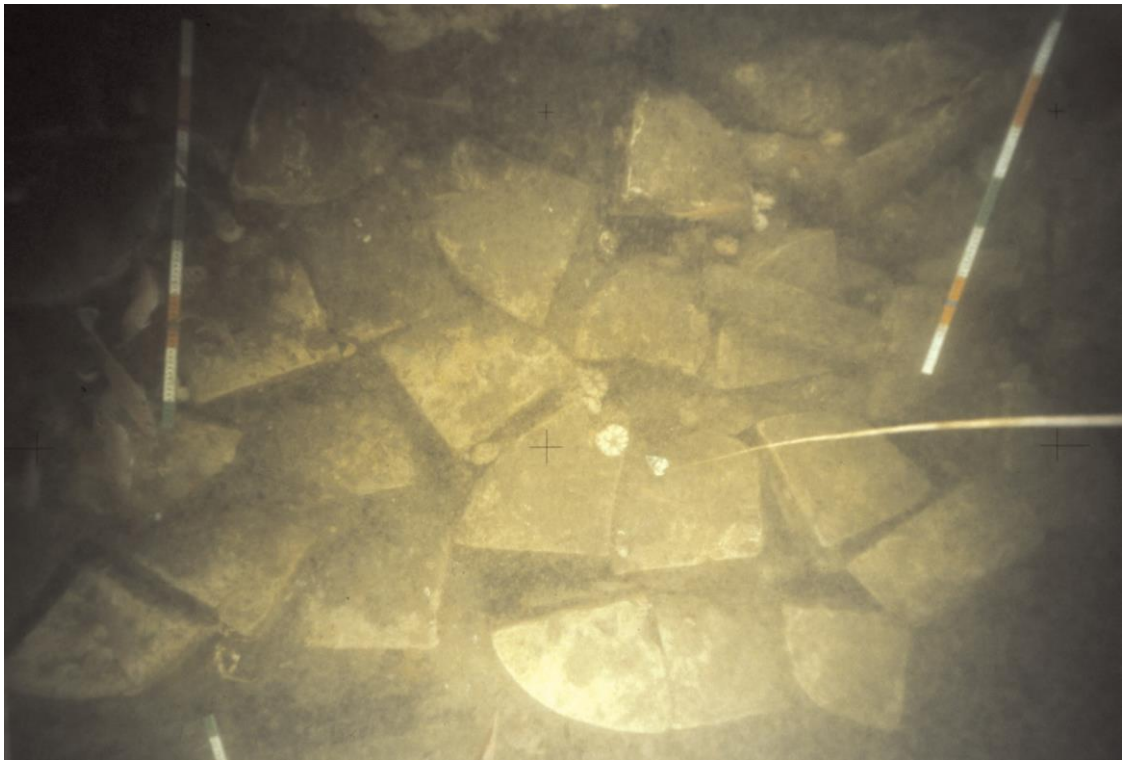


Figure 171 : Lingots de plomb découpés découverts sur l'épave de l'Aanloop Molengat, 1635, aux Pays-Bas (photo P. Stassen dans Maarleveld, 2012, fig. 15, p. 113)

Ces lingots mesurent 24 à 33 cm de long pour 11 à 23 cm de large et leur masse est comprise entre 57 à 156 kg. La grande majorité d'entre eux se situent toutefois plutôt entre 84 et 117 kg d'après le graphique de la répartition des masses publié dans l'article.

La masse totale de ce chargement de plomb brut est de 16 851,5 kg, soit plus de 16 tonnes. Les auteurs supposent la présence de lingots demeurant enfouis, au nord du site et estiment par conséquent, que ce volume ne représenterait que la moitié du chargement total embarqué. Ils évaluent ainsi entre 30 et 50 tonnes la quantité de plomb brut embarquée initialement sur le navire.

Lors de l'inventaire de ces 167 morceaux de plomb, il s'est vite avéré que certains éléments pouvaient être réassemblés, formant ainsi un lingot de plomb de dimensions plus importantes et de forme circulaire à ovale (FIGURE 172). Ainsi, les fragments cunéiformes constituent en réalité des lingots circulaires, tandis que les fragments plus ou moins rectangulaires restituent un lingot ovale.

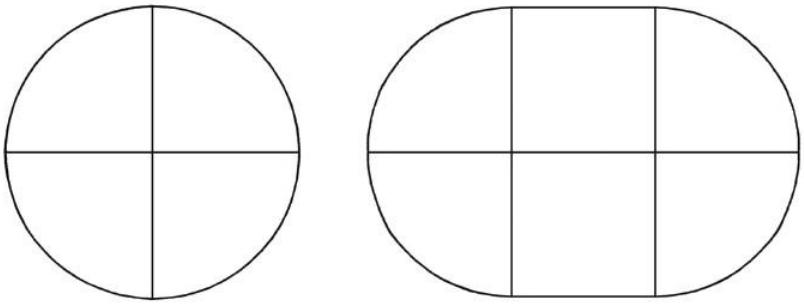


Figure 172 : Schéma du principe de découpe des lingots de l'épave Aanloop Molengat, 1635, Pays-Bas (dessin B. Voormolen dans Maarleved and Overmeer, 2012, figure 17, p. 115)

On peut se demander si ces lingots, initialement de grandes dimensions, étaient découpés en 4 ou 6 parties selon leur morphologie afin d'être vendus ou manipulés plus aisément, ou s'il s'agit d'un simple aménagement pour faciliter leur transport? En effet, de plus petits morceaux de métal s'intègrent plus aisément aux espaces disponibles en fond de cale d'un navire.

En tenant compte de ce découpage et de la forme des lingots entiers restitués, les auteurs proposent une typologie en quatre groupes distincts (FIGURE 173). Les types I et II correspondent aux formes circulaires et les types III et IV renvoient aux lingots ovales. La présence sur certains fragments d'une longue protubérance sur leur bord périphérique a justifié de créer les deux groupes supplémentaires, II et IV. Ces protubérances signifient en effet que les lingots originels étaient eux aussi munis d'une pointe aux extrémités, vraisemblablement réalisée pour faciliter leur préhension.

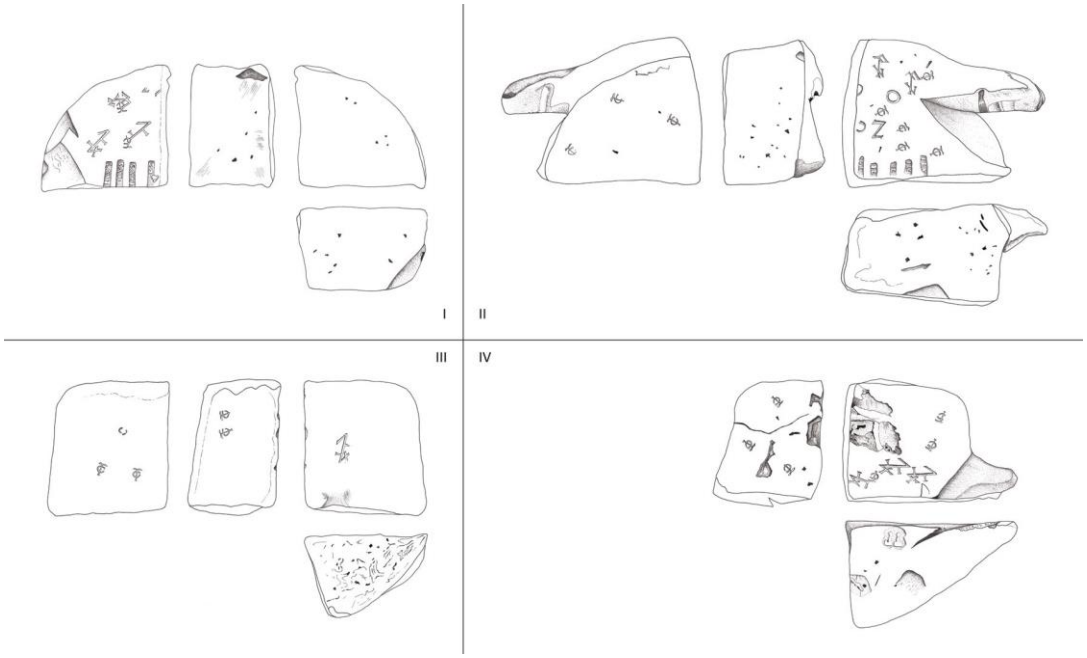


Figure 173 : Classement typologique en 4 groupes des lingots découverts sur l'épave de l'Aanloop Molengat, 1635, Pays-Bas (dessin J. Nederlof dans Maarleveld, 2012, fig. 16, p. 113)

On remarque sur les dessins présentés ci-dessus, que la majorité des fragments possèdent une, voire de nombreuses inscriptions, réparties sur leur surface plane. Il pourrait s'agir de la pratique d'un marquage répété sur les lingots, afin d'obtenir des morceaux à commercialiser toujours identifiés. Nous avions émis cette hypothèse plus haut mais elle se trouve ici confirmée par l'observation de ces éléments.

Au total, 17 inscriptions différentes ont été identifiées sur les lingots de plomb d'Aanloop Molengat (FIGURE 174).



Figure 174 : Inscriptions portées par les lingots issus de l'épave Aanloop Molengat, 1635 (Maarleveld, 2012, fig. 18, p. 116)

Une seule marque se retrouve sur l'ensemble des lingots inventoriés ; il s'agit du monogramme combinant les lettres T et C figurant en haut à gauche de cette planche. Ce monogramme fait probablement référence au plombier ayant produit le lingot, ou à son vendeur. On note également la présence de la croix de Malte, de chiffres arabes, de lettres ou encore de symboles héraldiques encore non vus sur d'autres exemplaires à ce jour.

Enfin, on remarque l'écriture « ILKUS » signifiant en réalité OLKUSZ et identifié par les auteurs comme étant le nom du plus gros centre de production de plomb en petite-Pologne entre le XVIe et le XVIIIe siècle. Des analyses isotopiques menées sur 14 lingots de cette épave ont été comparées aux résultats issus de 12 galènes de plomb provenant des mines de cette région et la proximité de leurs données est particulièrement notable.

Il serait intéressant de comparer ces résultats isotopiques à ceux obtenus lors de cette thèse sur les lingots de la *Boussole* puisque l'on remarque que certains symboles (encadrés en rouge sur la planche ci-dessus) se ressemblent fortement. Il s'agit, cette fois encore, d'inscriptions pouvant faire référence à un marchand utilisant la symbolique de la croix et du chiffre quatre dont nous avons déjà parlé. Malheureusement, les données isotopiques issues des lingots d'Aanloop Molengat n'ont pas été intégrées aux publications disponibles et nous n'avons donc pas pu réaliser ces comparaisons dans le cadre imparti de cette thèse.

L'étude évoque enfin l'aspect de ces lingots. Il est dit que leur face inférieure est lisse tandis que la face supérieure apparait rugueuse ce qui suggère l'utilisation d'un moule creusé dans le sable ou le sol, provoquant des traces sur la surface en contact. La base du lingot quant à elle se trouve exposée à l'air libre, et ainsi elle apparait lisse à l'observation. Cette description

correspond également à ce que l'on peut observer sur l'ensemble des lingots de ce type, tels ceux de Saint-Gilles-Croix de Vie déjà cités.

Afin de terminer la présentation des lingots de plomb ayant été relevés dans les publications étrangères et relevant de cette forme « plano-convexe », il nous fallait mentionner ici le lot de lingots découverts sur l'épave du *Batavia*. Ce navire de la VOC parti du port de Texel et faisant route vers Batavia quand il fit naufrage sur un récif de la côte australienne en 1629, a livré plusieurs exemplaires de lingots présentant également cette morphologie très spécifique (FIGURE 175).



Figure 175 : Lingots découverts sur l'épave du *Batavia*, 1629 (Van Duivenvoorde *et al*., 2013, figure 5, p. 156)

Toutefois, si ces lingots sont signalés en plomb dans l'article publié en 2013 dans la revue IJNA, dont cette illustration est tirée, ils sont cités comme étant en cuivre dans la publication de 1989 de Jeremy N. Green suite à la fouille de ce site. Devant ce doute, nous n'avons pas intégré ces lingots aux statistiques réalisées sur ce type VI. Toutefois, quel que soit le métal employé ici, nous ne pouvons que constater la très grande similarité de forme avec les autres artefacts de ce groupe, mais aussi l'importante variation des modules pouvant exister. De plus, il est intéressant de constater sur ce cliché également, la présence de cette surface particulièrement granuleuse et non lisse sur la partie bombée, soit celle qui était au fond du moule ou trou de coulée.

Le groupe VI, particulièrement faible quantitativement, devra à l'avenir être renforcé par des découvertes et publications futures. Les lingots qui y sont aujourd'hui intégrés, proviennent tous de site datant des XVI et XVIIe siècles.

- Type VII : de forme ovale à section trapézoïdale

Viennent ensuite les lingots les plus larges de notre corpus. Ils présentent tous une forme générale ovoïde, et une section trapézoïdale qui peut être plus ou moins arrondie selon les cas. Leurs extrémités peuvent être circulaires ou rectilignes, voire même être combinées sur le même lingot (FIGURE 176).



Figure 176 : Lingot de type VII présentant une extrémité rectiligne et une arrondie, épave du *Zuiddorp*, 1712, Num 484 (photo Western Australian Museum)

D'après ces critères distinctifs visuels nous avons pu inclure dans ce groupe 19 artefacts, répartis sur 13 fiches inventaires dans notre base de données (TABLEAU 20).

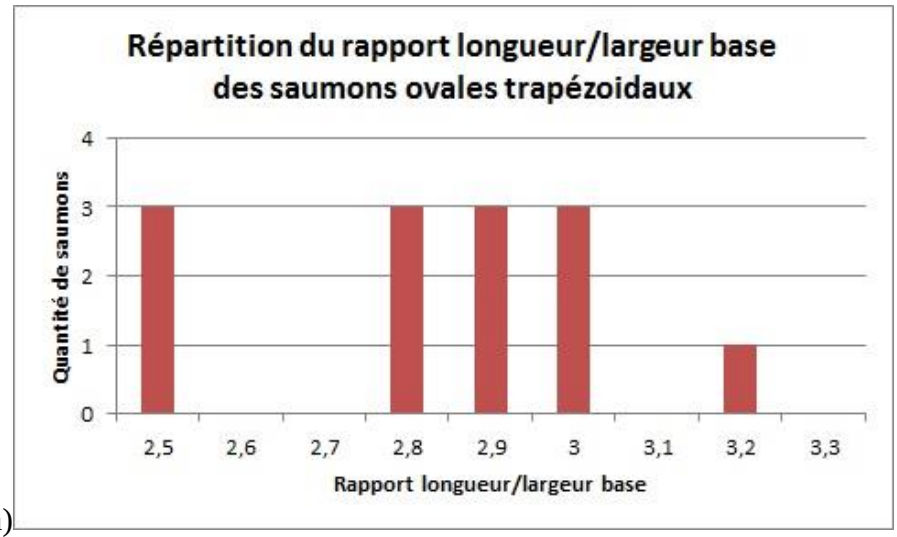
Site et datation	**Identification navire**	**Numéro(s) d'inventaire**	**Nombre total de lingots *in situ***	**Nombre de lingots de type VII remontés et étudiés**
***Gresham ship*, estuaire de la Tamise, Angleterre, 1574**	Flotte d'Elisabeth 1er	Non inventorié	1 min.	1
***Campen*, iles Scilly, Angleterre, 1627**	VOC	Non inventorié	103 min.	103
***Kennemerland*, Angleterre, 1664**	Frégate VOC	Non inventorié	119 min.	119
Arles 9, 1672	Navire hollandais	148	Tas sur 20 m	2
Blind Harbour Wreck, Irlande, XVIIe ?	VOC	161 – 163 – 207 – 209 – 210 – 211 – 212		8
***Zuiddorp*, Australie, 1712**	VOC, provenance Pays-Bas pour Batavia	484 – 485 – 489 – 490 – 491		9
***Zeedarp*, Irlande, non daté**	Non identifié	Non inventorié	4 min.	4

Tableau 20 : Liste des lingots de type VII ayant été inventoriés et recensés au cours de cette thèse (réalisation personnelle)

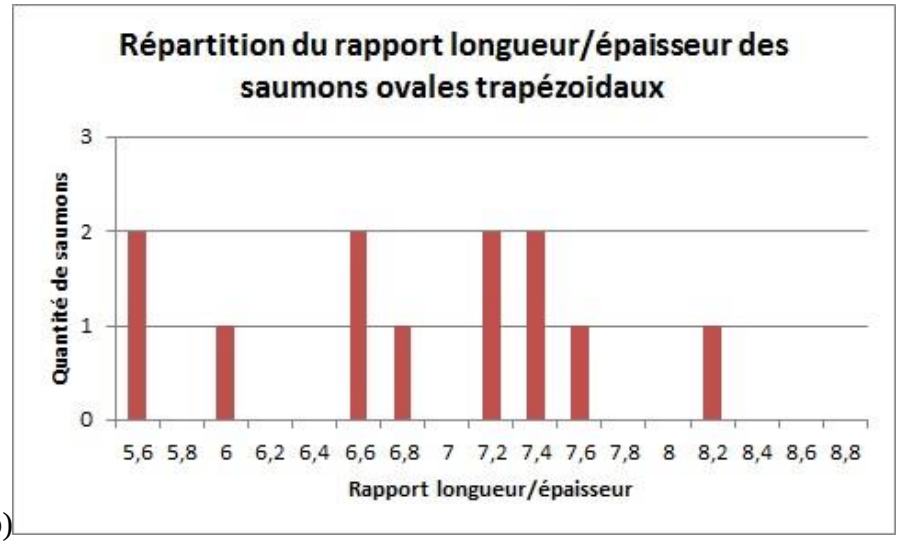
La très large majorité des artefacts constituant cet inventaire provient de l'étranger et notamment de deux sites : le *Zuiddorp* et l'épave de Blind Harbour Wreck. Seuls deux lingots ont été découverts sur le littoral français, dans un chargement de lingots, nommé Arles 9 et daté de 1672 par une inscription découverte sur une cloche associée. Cependant, ces deux éléments n'ont pu être exploités lors de cette analyse statistique car ils n'ont pu être retrouvés au sein des collections archéologiques pour être observés au cours de cette thèse et aucune mesure précise n'avait été intégrée aux données de fouille.

Du fait de leur largeur importante, située entre 24 et 32,2 cm, leur rapport L/l est donc relativement faible (TABLEAU 13 supra) et est compris entre 2,5 et 3,3 (FIGURE 177 a). Leur épaisseur est aussi plus haute que celle des lingots parallélépipédiques, de 9,8 à 14,5 cm, faisant ainsi évoluer le rapport L/h entre 5,6 et 8,3 (FIGURE 177 b). Du point de vue de leurs mesures en pieds, ils sont assez homogènes puisqu'ils mesurent autour de deux pieds et demi de long pour un pied de large. Cette augmentation de leurs dimensions implique nécessairement des masses nettement plus élevées. Ce type VII regroupe donc des lingots donc les masses se situent entre 114,8 et 154,7 kg (FIGURE 177 c) ce qui correspond presque au double de l'ensemble des autres types inventoriés ici.

a)



b)



c)

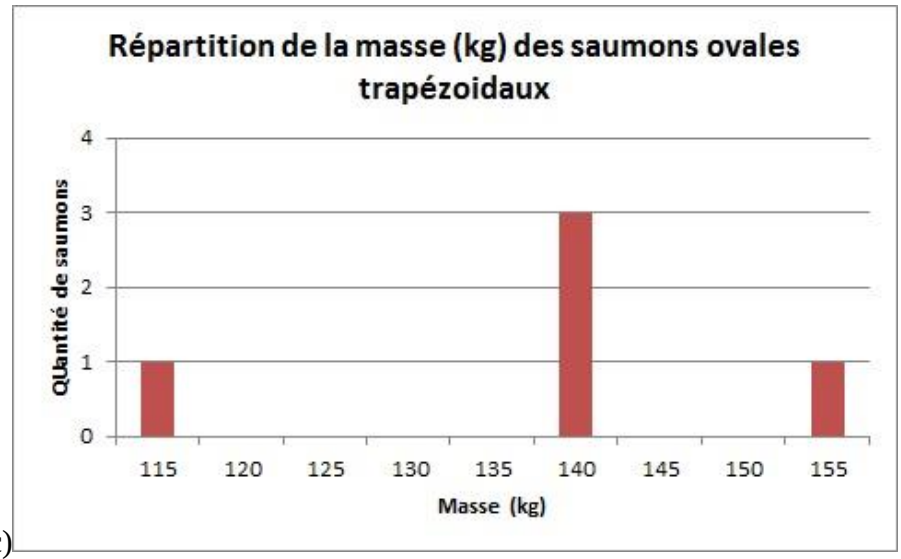


Figure 177 : Histogrammes présentant la répartition des lingots de type VII suivant leurs rapports longueur – largeur (a), longueur – épaisseur (b) ou d'après leurs masses (c) (réalisations personnelles)

Malgré ces évidentes disparités statistiques, il est cependant évident que ce groupe constitue un ensemble cohérent et homogène, comme nous pouvons le voir sur la planche morphologique présentée ci-après (FIGURE 178).

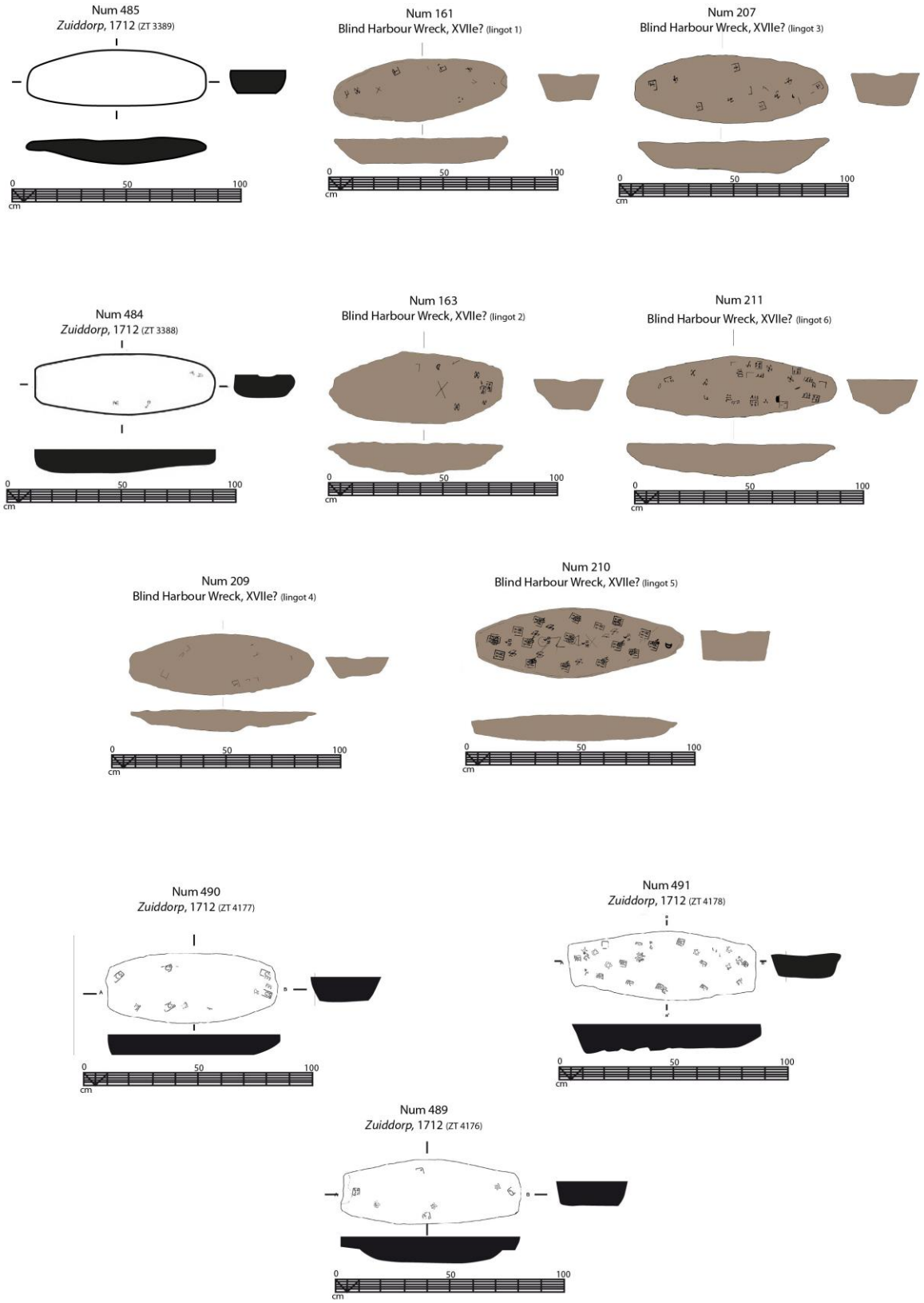


Figure 178 : Planche morphologique des lingots ovales à section trapézoïdale (compilation personnelle de dessins de publications)

La première remarque lorsque l'on observe cette planche est la très grande irrégularité des profils et des bords de ces lingots. Le seul qui échappe à cette règle est le numéro 489 de l'épave de Blind Harbour puisqu'il présente même des plat-bords à ses extrémités. Il s'agit d'ailleurs de l'unique exemplaire possédant ce type d'aménagement au sein du groupe VII. Ses dimensions et son relatif élargissement central nous ont incité à préférer ce groupe au type IV, toutefois, il aurait pu, devant la régularité de son tracé et ses plat-bords, y être intégré. Si à l'avenir d'autres artefacts de cette morphologie présentaient de tels plat-bords, il serait alors nécessaire de créer un type spécifique pour les inventorier.
L'aspect irrégulier des bords et des sommets de ces lingots laisse envisager une coulée dans un moule en terre ou creusé directement dans le sol.

De plus, comme évoqué précédemment, sur cette planche apparaissent à la fois des lingots aux extrémités circulaires et d'autres plus rectilignes. Le choix a été fait de ne pas constituer deux groupes séparés puisque certains lingots présentent ces deux formes simultanément, sur chacune de leurs extrémités. Nous ne pouvons actuellement apporter une explication à ces différences.

On remarque également qu'hormis le lingot Num 485 de Blind Harbour, la totalité des artefacts de ce groupe présente de très nombreuses inscriptions sur leurs faces inférieures. L'absence d'inscription sur un seul artefact ne peut être significative tant la présence d'oxydation ou d'organismes sur sa surface peut affecter notre capacité de lecture. Il serait donc plutôt à envisager une pratique habituelle de marques répétitives sur la totalité de la base des lingots de type VII (FIGURE 179).



Figure 179 : Détail de la face inférieure marquée d'un lingot de l'épave de Blind Harbour, Irlande, XVIIe siècle, Num 210 (photo K. Brady)

Sur l'un des lingots de Blind Harbour, ce ne sont pas moins de 47 marques qui ont pu être décomptées par l'archéologue Karl Brady sur l'ensemble de la surface plane, se recouvrant même parfois les unes sur les autres. Il serait intéressant de pouvoir retrouver l'ordre d'application de ces différentes marques afin de restituer une chaine de production et/ou de commerce, mais la malléabilité du plomb rend cette lecture très délicate.

Ces marques sont variées puisque l'on retrouve au moins huit modèles différents sur les lingots de ce site, comprenant à la fois des lettres, des chiffres arabes qui leurs sont parfois associés, des symboles tels un croissant de lune, ou encore des couronnes et des fleurs de lys. La présence d'une fleur de lys pourrait témoigner d'un contrôle officiel, lié aux mesures françaises, et le chiffre 1631 évoque quant à lui une datation possible pour la production de ce lingot. Si nous considérons que le site ne présente pas de vestiges d'épave suffisamment préservés pour l'identifier précisément, ce genre de mention est d'autant plus précieuse pour estimer une datation possible, tout en gardant à l'esprit que les lingots, en tant que lest, pourraient avoir été employés pendant de longues années. De même, il faut aussi imaginer que certains producteurs aient pu constituer des stocks de plomb brut pour contrôler les quantités de plomb mises sur le marché et leurs tarifs. Ainsi, cette datation doit être considérée comme un terminus *post-quem*, c'est-à-dire la date à partir de laquelle le naufrage a pu se produire.
L'inscription la plus largement attestée en face plane du lingot Num 210 consiste en un cartouche carré associant le chiffre 53, aux deux lettres majuscules IR. Ce marquage apparait 17 fois sur la base du lingot et il est si parfaitement répété que l'on peut considérer qu'il s'agisse d'un poinçon et non d'une incision à la main.

Les lingots provenant de l'épave du *Zuiddorp*, sont tout aussi marqués et présentent là encore une multitude de symboles différents, comme en témoigne ce relevé publié en 2013 par Wendy van Duivenvoorde et son équipe (FIGURE 180).



Figure 180 : Marques recensées sur les lingots découverts sur l'épave du *Zuiddorp*, 1712 (dessin J. Stedman dans van Duivenvoorde *et al.*, 2013, figure 8, p. 160)

Cette planche regroupe à la fois des symboles abstraits, mais aussi des lettres, des chiffres arabes ou encore des combinaisons de ces différents éléments. La présence sur ces lingots de la date 1702, apparaissant dans un cartouche carré, est également à noter. C'est là une nouvelle attestation d'inclure la date de production du lingot parmis les inscriptions indiquées sur sa face plane.

Cette diversité d'inscriptions témoigne de la multitude d'informations à faire figurer sur la face plane des lingots mais aussi de la multiplicité d'acteurs pouvant entrer en jeu dans le processus de production et de commercialisation du plomb brut. Elle montre également toute la difficulté à identifier précisément chacune de ces marques et à leur restituer leur signification : lien avec la masse ou la forme du lingot, avec le plombier lui-même, le numéro ou la date de coulée, la mine d'origine ou encore son commanditaire ou le ou les vendeur(s).

Enfin, nous pouvons citer ici, à titre d'exemple supplémentaire de cette pratique de marquages répétés se superposant, les lingots découverts sur l'épave du *Kennemerland*, naufragé en 1664 au large des îles Skerries en Ecosse (FIGURE 181).

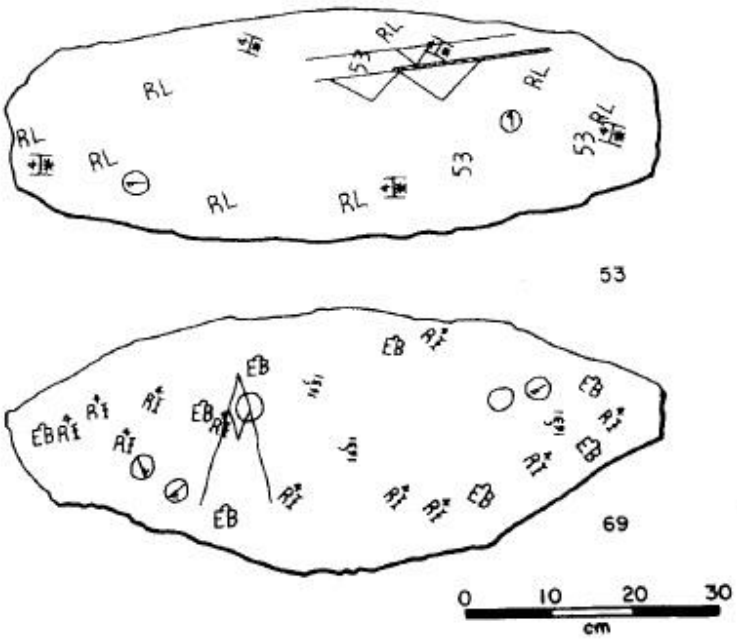


Figure 181 : Relevé des inscriptions portées par les lingots 53 et 69 du *Kennemerland*, 1664 (Price *et al*., 1980, fig. 11, p. 19)

Ces lingots, bien que pouvant être rattachés au type VII n'ont pas été inventoriés dans le corpus de cette thèse car aucune mesure précise de l'ensemble de leurs faces n'était fournie dans les publications connues à ce jour. Toutefois, ces artefacts n'en restent pas moins intéressants pour observer l'usage combiné de poinçons, répétés à plusieurs reprises sur la face plane, mais aussi d'incisions au tracé irrégulier, faites à la main et postérieures à la coulée qui s'y superposent. Là encore, il n'est malheureusement pas possible de restituer l'ordre exact du tracé de ces diverses marques.

Ce groupe VII est composé d'artefacts retrouvés sur des épaves de chronologie assez réduite, à la charnière des XVIIe et XVIIIe siècles ; ceux du *Kennemerland* pour les plus

anciens en 1664, et ceux du *Zuiddorp* pour les plus récents en 1712. Il sera intéressant de poursuivre le recensement de tels lingots pour augmenter l'effectif de ce groupe et ainsi, préciser encore leurs critères distinctifs ; notamment en ce qui concerne la question de la création de sous-groupes suivant la forme de leurs extrémités.

- Type VIII : barres à section demi-circulaire

Pour terminer cette présentation des morphologies de lingots de plomb inventoriés au cours de cette thèse, il est nécessaire de présenter maintenant un dernier type que l'on pourrait nommer, les « barres » de plomb. Il s'agit de lingots ayant les rapports L/l et L/h les plus élevés du corpus puisque ces derniers sont extrêmement fins et peu épais (TABLEAU 13 supra) : 19,3 et 36,3 respectivement. Notre corpus ne provient toutefois que d'un seul site archéologique, aussi ne faut-il pas considérer ces critères comme étant définitifs mais plutôt révélateurs des caractéristiques bien particulières de ce groupe.

Cette fiche inventaire unique recense en réalité 35 lingots, répartis, tels que présentés sur l'image ci-dessous (FIGURE 182) en deux « fagots » de 17 et 12 lingots. Cette comptabilité est reprise du rapport de fouille de site, consulté au Drassm. Ces artefacts ont été mis à jour sur l'épave Aresquiers 8 sur la côte languedocienne et pourraient dater du milieu du XIXe siècle d'après l'ensemble de la cargaison attestée, notamment des carreaux de terre cuite vernissés.



Figure 182 : Lot de deux fagots de barres de plomb retrouvées sur l'épave des Aresquiers 8, XIXe-XXe siècles, Num 421 (photo Thierry Penot)

Il est intéressant de constater ici que le plomb étant un métal tellement malléable, certaines de ces barres de plomb ont pu être tordues pour encercler et maintenir ensemble les autres

lingots. Ce mode de stockage devait se révéler particulièrement stable et efficace. Toutefois, il s'avérait aussi plus difficile de prélever si besoin un lingot pour un usage du bord au cours de la navigation.

Malheureusement, aucun de ces deux groupes de lingots n'a été remonté de l'épave et nous n'avons pu les observer directement au cours de la thèse, les mesures ou les peser. Si l'on en croit leurs dimensions au vu des structures adjacentes de l'épave Aresquiers 8, ils devraient cependant constituer indubitablement les lingots les plus légers et les plus fins du corpus, soit de type VIII, du moins si on les considère à l'unité et non par fagot.

Une autre fiche inventaire du corpus (Num 162) présente 71 lingots qui pourraient être rattachés à ce groupe d'après leur forme générale, visible sur le dessin fourni par la publication de Mark Redknap de 1990 (FIGURE 183). Il s'agit des lingots provenant de *L'Albion*, naufragé en 1765 dans l'estuaire de la Tamise en Angleterre.

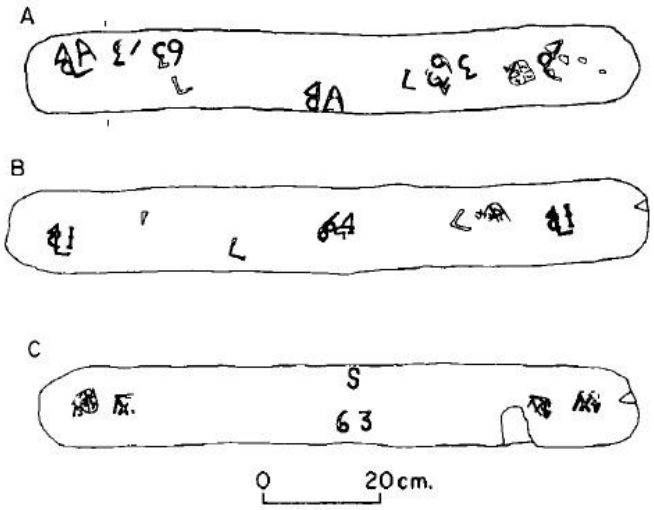


Figure 183 : Dessin des lingots provenant de *L'Albion*, 1765, Angleterre, Num 162 (Redknap, 1990, fig. 4, p. 25)

Ces lingots sont bien parallélépipédiques, sans plat-bord et semblent très fins. Toutefois, l'absence d'une section sur le dessin ou de mesure de leur épaisseur au sein de la publication ne nous permet pas d'affirmer avec certitude leur appartenance au groupe VIII. De plus, d'après les mesures estimées à partir du dessin fourni, il semble que leur longueur soit beaucoup plus proche des lingots de type I que des barres telles que nous les avons vues sur le site des Aresquiers 8. Ainsi, en l'absence de données supplémentaires nous avons dû placer ces lingots au sein du type I mais il pourrait tout aussi bien s'agir d'un module plus grand de barres de type VIII. Il serait donc intéressant à l'avenir de parvenir à récupérer ces données manquantes pour trancher cette question.

Enfin, la découverte, lors de nos recherches en ligne d'informations connexes sur l'épave du *Modern Greece* (1862), de la vente d'un lingot en forme de barre, annoncé comme provenant de ce site, rend nécessaire son évocation ici bien qu'il n'ait jamais été mentionné dans le rapport de fouille officiel rédigé en 1977 par Leslie Bright (FIGURE 184).



Figure 184 : Barre de plomb vendue en ligne et annoncée comme découverte sur le site du *Modern Greece*, 1862, USA (http://www.horsesoldier.com/products/relics/9463)

Si la provenance de cet artefact était confirmée, nous pourrions l'inclure au corpus du groupe VIII sans le moindre doute tant sa morphologie est proche de celle des lingots du site Aresquiers 8.

➔ Caractéristiques de la typologie proposée

Pour plus de clarté nous allons maintenant synthétiser les caractéristiques principales de chacun des groupes définis au sein d'un tableau unique (TABLEAU 21) et les illustrer par une planche typologique (FIGURE 185). Ce travail devrait pouvoir aider à l'analyse des futures découvertes de lingots.

Type	Forme	Section	L/l moyen	L/h moyen	Masse (kg)	Dimensions moyennes (pieds)	Période de présence
I	Parallélépipédique	Demi-circulaire	5,6	12,5	73,1	3 x ½	1712-1878
II	Parallélépipédique / plat-bords	Demi-circulaire	5,6	11,4	73,4	3 x ½	1743-1919
III	Parallélépipédique	Trapézoïdale	4,8	8,6	70	1,5 à 2,7 x ½	1588-1812
IV	Parallélépipédique / plat-bords	Trapézoïdale	5,3	9,7	63,1	2 x ½	1697-1875
V	Demi-coque	Triangulaire	3,8	5,2	73,9	2 x ½ et 2 ½ x 1	1588-1656
VI	Plano-convexe	Demi-circulaire	1,4	6	57	1 x 1	1588-1739
VII	Ovale	Trapézoïdale	2,8	6,9	138,6	2 ½ x 1	1574-1712
VIII	Barre	Demi-circulaire	19,3	36,3	Non pesé	2 x 0,1	XIXe

Tableau 21 : Synthèse des caractéristiques des huit types de lingots définis au cours de cette thèse (réalisation personnelle)

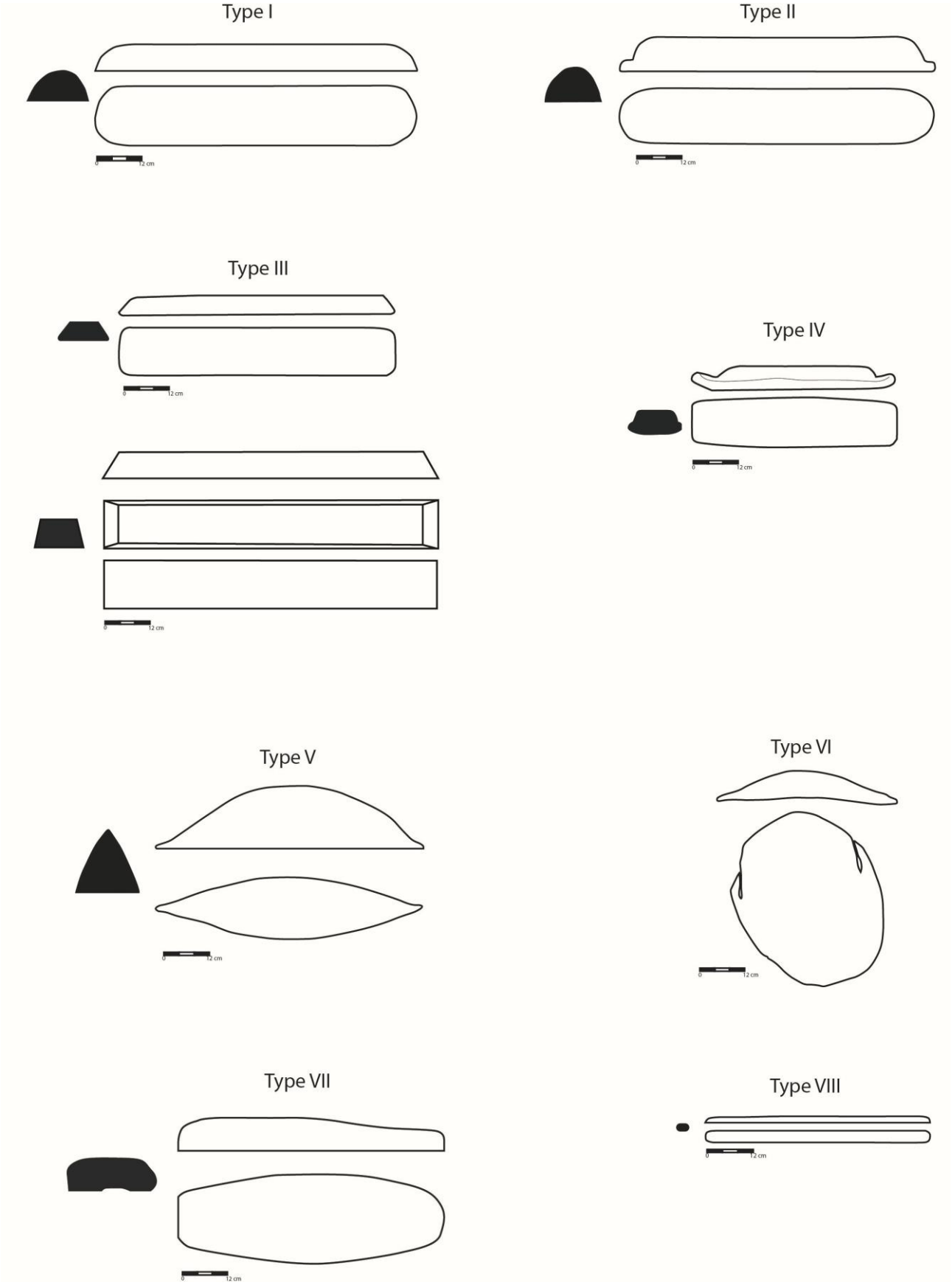


Figure 185 : Planche typologique des huit types de lingots de plomb définis au cours de cette thèse (réalisation personnelle)

Maintenant que nous avons présenté ces huit groupes, il nous semblait important d'analyser leur répartition chronologique afin d'estimer si des évolutions ont pu avoir lieu (TABLEAU 22). Pour plus de clarté, les groupes ont été ici classés d'après leurs datations et non suivant leur numérotation. Il faut également ajouter que si la datation proposée s'étale sur plusieurs siècles, ou qu'elle n'est précise qu'au siècle près, alors arbitrairement, nous avons choisi de placer le lingot dans le siècle le plus récent. Enfin, n'ont été intégrés à ce tableau que les lingots pour lesquels aucun doute ne subsistait quant à leur classement par l'un des huit types envisagés. Les quantités indiquées en rouge correspondent au nombre d'artefacts inventoriés.

	1500-1549	1550-1599	1600-1649	1650-1699	1700-1749	1750-1799	1800-1849	1850-1899
Type V : demi-coque /triangulaire		30		2				
Type VI : plano-convexe /demi-cercle		1	169		1?			
Type III : parallélépipédique /trapézoidale		2	2		40	2	6	
Type IV : parallélépipédique /trapézoidale + plat-bord				3	3			1
Type VII : ovale/trapézoidale		1	103	10	9			
Type I : parallépipédique /demi-cercle					32	52		800
Type II : parallépipédique /demi-cercle + plat-bord					1	25	23	72
Type VIII : barre								35

Tableau 22 : Répartition chronologique des lingots de plomb recensés au cours de cette thèse, suivant leur appartenance à un type morphologique spécifique

La création d'un tel tableau chronologique peut nous permettre d'entrevoir d'éventuelles évolutions morphologiques, toutefois il faut rester extrêmement prudent avec les interprétations qui pourront en être extraites puisqu'il reste tributaire de l'état de la recherche qui est loin d'être exhaustive. Nous pouvons donc seulement parler ici de tendances notables qui serviront à l'avenir de base de travail aux archéologues mais qui seront surtout à préciser au fur et à mesure de l'avancée des recherches.

Une fois passées ces mises en garde, on remarque que les types V et VI, semblent correspondre aux morphologies de lingots produits les plus anciennement produites. Du milieu du XVIe au milieu du XVIIe siècle pour les lingots demi-coque et principalement entre la fin du XVIe et le milieu du XVIIe siècle pour ceux de forme plano-convexes. Le nombre important de lingots de ce dernier type est lié à l'intégration des artefacts provenant de l'Aanloop Molengat. Bien que non inventoriés dans notre corpus fautes de mesures

suffisantes, il nous a semblé important de les intégrer à cette étude chronologique puisque leur site de provenance est bien caractérisé et daté.

Il est également possible d'établir que la forme des lingots parallélépipédiques à section trapézoïdale, de type III, ait été la plus largement employée. En effet, les artefacts retrouvés couvrent toute la période étudiée ici, du XVIe au XIXe siècle. Il semble également que les plat-bords, type IV, soient apparus plus tardivement, au moins à partir du milieu du XVIIe d'après nos données. Il pourrait donc s'agir ici d'une adaptation technique permettant une meilleure préhension de ces lingots de plomb si pesants mais cette amélioration ne parait toutefois pas avoir remplacé la forme la plus simple.

En parallèle, entre la fin du XVIe et le milieu du XVIIIe siècle, co-existaient également des lingots très larges et lourds, de forme ovale, type VII, à l'aspect beaucoup plus rudimentaire.

Les formes « rudimentaires » soit les lingots de type V, VI et VII, semblent ensuite laisser place à une nouveauté, des lingots parallélépipédiques à section demi-circulaire, ne pesant plus que la moitié de ce que valaient ceux du type VII. Les exemplaires sans plat-bord, de type I, et ceux qui en sont munis, de type II, co-existent entre le début du XVIIIe et la fin du XIXe siècle. Les lingots de type II sont ensuite encore attestés archéologiquement au début du XXe siècle[328] et ces formes sont d'ailleurs encore commercialisées de nos jours. Il s'agirait là d'une amélioration technique faite par les plombiers pour aider au transport de ces lourdes charges.

Enfin, les lingots en barres de type VIII, ne sont pour l'heure attestés de manière certaine que sur un seul site archéologique du milieu du XIXe siècle, il nous est impossible d'établir si des exemplaires plus anciens existaient. Comme nous l'avions déjà évoqué, certaines archives de Gironde du XIXe siècle, mentionnent peut être cette morphologie pour le plomb brut : « *la barre peze de 15 à 20 livres aussi poids de Marc* »[329]. Malheureusement faute de connaitre la masse des barres découvertes sur le site des Aresquiers 8, on ne peut pour l'heure, vérifier si ces masses correspondent.

L'ensemble de cette chronologie relative pourra être utile dans le cadre d'une découverte de lingot isolé, mais également s'il est lié à des vestiges architecturaux difficilement identifiables.

Quant à la coexistence de différentes morphologies sur les mêmes périodes, elle témoigne d'une signification intrinsèque de ces formes. Ainsi, le choix d'une forme plutôt qu'une autre permet d'obtenir des masses très différentes comme entre les lingots ovales très lourds et ceux ronds et plats très légers au XVIIIe siècle par exemple. A cette période ce ne sont pas moins de cinq formes différentes qui sont attestées. Cependant, il n'est pas possible à ce stade d'établir si ces morphologies puissent aussi être reliées à une zone d'origine géographique

[328] La datation du XXe siècle peut être envisagée si l'on prend en compte les lingots découverts sur l'épave de *Kerwood*, cargo naufragé au Nord du Pays-Bas, en 1919 avec une cargaison de 650 tonnes de plomb à son bord sous la forme de lingots de type II.
[329] AD 33, 3JM16, 1805, folio 87r.

unique. Nous avons en effet tenter de quantifier dans un tableau excel les provenances potentielles de l'ensemble des lingots inventoriés afin d'estimer si des morphologies pouvaient être liées à une habitude technologique spécifique à une zone géographique. Mais ce tableau est limité par le fait que certaines provenances potentielles n'étaient basées que sur les nationalités des navires, or, il n'était pas rare que des prises ou des échanges d'armement aient lieu au cours de la vie du navire, et dans le cas du plomb brut, que l'approvisionnement ait été importé, même sur des navires français. Ainsi, ce tableau ne peut être le témoin assuré du lien entre morphologie et origine géographique. L'unique remarque que nous pouvons en tirer aujourd'hui est que les lingots en demi-coque, de type V, pourraient plutôt correspondre à des productions espagnoles, tandis que les lingots de type VII seraient plutôt des productions du Nord (Hollande et Pays-Bas). Mais l'ensemble de ces réflexions devra être revu une fois qu'un plus grand nombre de lingots aura été analysé chimiquement et relié à une source de minerai assuré.

Rappelons enfin, qu'hormis les barres que nous venons d'évoquer, l'ensemble de ces lingots aient été appelés historiquement en France des « saumons » et ce, quelle que soit leur forme. L'appellation lingot n'apparait quant à elle dans aucune source documentaire et ne reflète donc que le vocabulaire actuel.
L'unique autre terme historique retrouvé dans de rares sources écrites est l'appellation navette. Les représentations qui ont pu être retrouvées au cours de cette recherche témoignent d'une ressemblance importante avec les lingots de type V (cf 2.4.1)
Pour une plus grande simplicité de lecture et pour ne pas rajouter de niveau d'interprétation supplémentaire nous n'avons pas trouvé utile de distinguer les lingots de notre corpus par une appellation différente suivant leur forme et surtout leur masse ; or, c'est cette démarche qui a été privilégiée dans de nombreuses publications anglaises puisque l'on y retrouve la distinction entre les termes de « pig » ou « great pig » pour les lingots les plus imposants, et le terme de « piece » pour ceux parallélépipédiques à section demi-circulaire plus légers.
C'est notamment le cas dans l'article de Price *et al.*[330]. portant sur les vestiges du *Kennemerland* (1664), dans lequel une analogie est faite avec l'assemblage des formes variées consituant la cargaison du *Zuiddorp* (1712) (FIGURE 134 supra). D'après les auteurs, ce chargement mixte témoigne de la transition entre les « great pigs », de forme ovale, du XVIIe siècle, aux « pieces », plus allongés, qui se développent au XVIIIe siècle. Cette évolution parait cohérente avec ce qui a pu apparaitre au cours de nos recherches.

Mais les auteurs de cet article vont plus loin dans les distinctions nominatives proposées. En effet, ils mentionnent que le terme de « great pig » ne peut être appliqué qu'aux lingots pesant autour de 140 kg et venant d'Angleterre, tandis que ceux produits en France étaient nommés « saumons » et enfin ceux d'Espagne des « barres rectangulaires ». Si l'on peut à ce stade confirmer que les lingots de type VII identifiés ici puissent correspondre sans aucun doute à l'appellation « great pigs » proposée, il nous est à ce stade impossible d'affirmer qu'il ne

[330] PRICE *et al.* 1980, p. 7-25.

puisse s'agir que de productions anglaises. Toutefois, l'ensemble des lingots de ce corpus intégrant ce type provient de navires hollandais qui peuvent parfaitement s'être approvisionnés en plomb anglais.
Le terme de saumon quant à lui a effectivement été retrouvé dans de nombreux documents d'archives françaises, mais aucune caractéristique morphologique ou dimensionnelle n'est fournie par les auteurs historiques qui permettent de définir une production spécifique. En ce qui nous concerne, nous avons choisi d'adopter le terme *saumon* pour faire référence à son sens ancien, quelque soit la forme du lingot.
Enfin, nous refusons de restreindre le terme de barre à l'Espagne puisqu'il a été retrouvé dans des écrits historiques français. Toutefois, il est précisé par les auteurs que cette barre espagnole serait rectangulaire, laissant imaginer qu'elle puisse être différente ailleurs. Il serait donc intéressant pour éclaircir ce point de pouvoir retracer la provenance des lingots découverts sur le site d'Aresquiers 8.

L'ensemble des sources écrites historiques et un grand nombre de chercheurs penchent donc pour une distinction géographique des formes de lingots. Or, à ce stade aucune des analyses menées jusqu'ici n'a pu l'établir clairement. En effet, hormis les lingots ovales qui ne semblent trouvés que sur de navires hollandais, le restant a été mis au jour sur des navires de toutes nationalités. Ainsi, le type I par exemple, a été découvert sur la *Boussole*, frégate royale française, l'*Albion*, Compagnie des Indes anglais ou encore sur le vaisseau de la VOC l'*Adelaar*. Il faut toutefois rappeler ici que l'armement d'un navire peut provenir de productions locales mais aussi d'importations plus lointaines pour certaines denrées telles que le plomb, ou encore de prises récupérées sur des navires ennemis. Il est donc impossible, sans passer par des analyses isotopiques systématiques de l'ensemble des lingots de ce corpus corpus et sans une analyse raisonnée des inscriptions poinçonnées à la surface des lingots, de déterminer si leur provenance est bien liée à leur morphologie.

➔ Bilan des inscriptions portées par les lingots

Un autre indice de la provenance des lingots pourrait être fourni par leurs marques. Seulement, comme nous l'avons déjà vu de manière succincte, les inscriptions relevées sur les lingots sont particulièrement variées et ne peuvent toutes être correctement identifiées à l'heure actuelle. Nous allons donc maintenant tenter de synthétiser les données recueillies au cours de cette étude sur les différents types de marquages existant sur ces artefacts.

Comme nous l'avions mentionné, l'ensemble des inscriptions relevées sur ce corpus a été retranscrit sur une planche illustrative, à l'échelle, intégrée au volume II (Annexe 9). Il faut préciser que certains artefacts étrangers ayant déjà été dessinés dans leurs propres publications ils n'ont pas été redessinés dans le cadre de cette thèse et leurs inscriptions n'ont donc pas toutes pu être intégrées à cette planche.

Sur les 411 lingots inventoriés, 350 présentent des inscriptions sur leur face supérieure, inférieure ou sur les deux simultanément (TABLEAU 23), soit 85,2 % du corpus total.

		Pourcentage / lingots marqués	Pourcentage / total lingots
Lingots marqués uniquement face supérieure	23	6,6%	5,6%
Lingots marqués uniquement face inférieure	238	68,0%	57,9%
Lingots marqués sur les deux faces	89	25,4%	21,7%
Total lingots marqués (1)	350	100%	85,2%
Total lingots non marqués (2)	61		14,8%
Total lingots inventoriés (1+2)	411		100%

Tableau 23 : Répartition des marques sur les lingots inventoriés (tableau personnel)

Ce tableau confirme qu'une très large majorité des lingots inscrits, 68%, ne l'est que sur leur face inférieure, c'est-à-dire sur leur base plane. Il est évidemment plus aisé d'atteindre cette face, située vers l'extérieur du moule lors de la coulée du plomb en fusion et ainsi, d'enfoncer une lame ou un poinçon dans le métal lorsqu'il est encore tiède et tendre. De plus, cette face est parfaitement plane tandis que le sommet du lingot est bien souvent arrondi ou pointu. Les faces supérieures ne peuvent quant à elles être marquées qu'une fois le lingot démoulé et retourné ce qui force le plombier à réchauffer le plomb lui-même ou à chauffer suffisamment son poinçon pour pouvoir apposer correctement sa marque sur cette face.

Les lingots portant des marques sur leur face supérieure ne constituent donc qu'un quart des artefacts inscrits, 25,4 %. On note ensuite que les trois quarts de cet ensemble sont en réalité constitués de lingots marqués sur les deux faces. Ainsi, les lingots exclusivement marqués sur leur face supérieure ne représentent que 6,6 % des artefacts inscrits de notre corpus. Cette proportion pourrait en réalité être encore plus réduite puisque l'inventaire de certains éléments marqués de la sorte a été exclusivement tributaire des données publiées, ne présentant pas systématiquement cette face inférieure. Ainsi, il est tout à fait envisageable qu'ils aient, eux aussi, présentés des inscriptions sur leurs deux faces. Ajoutons enfin la présence récurrente d'une couche d'oxydation couvrant la surface d'un grand nombre d'artefacts, et nous sommes en mesure d'estimer que la quasi-totalité des lingots marqués sur leur face supérieure, aient également fait l'objet d'un marquage sur leur base plane.

Nous pouvons donc affirmer ici que dans la quasi-totalité des cas, les lingots de plomb, quelle que soit leur forme, aient été marqués sur leur face plane, et éventuellement, aussi inscrits sur leur sommet. Ce dernier cas ne semble concerner que les types II ou IV présentant des plat-bords. Le marquage des lingots sur leur face supérieure est donc un usage plutôt récent puisque les types II et IV se retrouvent principalement à partir du XVIIIe siècle. Cette technique, si fréquemment mise en évidence sur les lingots antiques, ne semble pas attestée aux XVIe et XVIIe siècles, et son usage réapparait peu à peu aux XVIIIe et XIXe siècles.

Les lingots de plomb archéologiques datés du XVIe au XIXe siècle paraissent ainsi très majoritairement marqués, ce qui traduit l'importance accordée au suivi et au contrôle de l'ensemble de leur chaine de production et de vente. Cette nécessité a d'ailleurs été largement détaillée par le chercheur anglais Lynn Willies, déjà présenté. Au sein du collectif Needles

Underwater Archaeology Group, il publie en 1985 un article sur les fouilles du *Campen* (1627) dans lequel il évoque le contrôle systématique de la production des lingots de plomb afin de garantir leur pureté et/ou leur masse puisque c'est sur cette référence qu'ils seront ensuite commercialisés[331]. Les archives des ports et de nombreux textes d'auteurs contemporains semblent confirmer en effet, que le plomb brut, sous la forme de lingots, n'était pas vendu à l'unité mais suivant la masse totale constituée.

Il était donc indispensable pour les plombiers, les acheteurs et l'ensemble des revendeurs successifs de contrôler régulièrement la masse des lingots sur le marché pour éviter tout abus. Ces contrôles pouvaient être pratiqués directement à la sortie de l'atelier mais aussi tout au long du parcours de vente et de transport du lingot. Il parait donc logique de retrouver parfois un si grand nombre de symboles différents, parfois superposés, sur certains artefacts.

Si de tels contrôles étaient mis en œuvre, cela implique forcément que des normes officielles régissaient la masse des lingots et qu'elles devaient être connues de tous. Lynn Willies, dans le même article, présente un tableau détaillant les diverses masses officielles reconnues dans chaque région d'Angleterre (FIGURE 186).

Table 2. *Ingot weights*

Place*	Cwt in fother	lb in cwt	lb in fother	lb in piece	kg in fother	kg in piece
London	19½	112	2184	136·5	991·54	61·97
Birmingham	20	112	2240	140	1016·96	63·56
Hull	19½	120	2340	146·25	1062·36	66·39
Newcastle	21	112	2352	147	1067·81	66·74
Liverpool and Chester	20	120	2400	150	1089·6	68·1
Thorne, Bawtry, Gainsborough and Stockwith	21½	112	2408	150·5	1093·23	68·33
Grassington	20	123	2460	123	1116·84	55·84
Stockton	22	112	2464	154	1118·66	69·92
Worksop	22½	112	2520	157·5	1144·08	71·5
Wirksworth and Derby	22½	120	2700	168·75	1225·8	76·6
High Peak 'Mill'	23½	120	2820	176·25	1280·28	80·02

*2 pieces = 1 pig; 8 pigs = 1 fother, except at Grassington where there appears to have been 20 pieces to the fother.
Sources: Ryl. Bag. 8/3/89; SCL. Bag. 477; Farey, J., 1811; 390–91.

Figure 186 : Tableau récapitulatif des masses standardisées régionalement des saumons de plomb anglais (Tableau par Willies dans Needles Underwater Archaeology Group, 1985, table 2, p. 107)

À la lecture du tableau ci-dessus, il apparait que les normes de référence étaient locales plutôt que nationales, rendant l'identification de l'origine des lingots d'autant plus difficile suivant les régions puisque certaines présentent des variations de masses infimes, pouvant facilement

[331] Needles Underwater Archaeology Group 1985, p. 108.

être obtenues involontairement par le plombier en coulant plus ou moins de plomb dans son moule.

Les marques servaient à confirmer la valeur d'un lingot, d'après la qualité de son métal et la masse vendue mais elles permettaient également de retracer l'origine du lingot puisque chaque acteur entrant dans ce processus de production et de contrôle avait sa marque personnelle. Cette analyse est partagée par différents auteurs ayant travaillé sur le plomb, et Lynn Willies avance même que ces marques étaient particulièrement nombreuses au début de la période, soit autour du XVIe-XVIIe siècle, lorsque les partenaires étaient encore nombreux à être impliqués dans la gestion d'une mine. Selon lui, ce nombre diminue grandement à la suite de l'apparition des grandes compagnies productrices de plomb, gestionnaires bien souvent de plusieurs mines à la fois : « *In the early part of our period, the practice of shareholders in mines being responsible for their own proportion of the ore was still prevalent, and it was normal for them to have their own stamp or mark. This practice diminished greatly with the rise of major smelting and agency house […] the larger the smelting house, and the later chronologically, ther more regular became the marks* »[332]. Il faut donc imaginer, que même pour certains lingots provenant d'une mine unique, leurs marques peuvent varier suivant le propriétaire réel du minerai exploité. Nous n'avons pu mettre en évidence une telle évolution sur le nombre de marques recensées dans ce corpus.

L'unique mention de cette pratique de marquage dans les sources anciennes a été retrouvée dans le traité, *L'art du Plombier et Fontainier,* rédigé en 1773 par l'abbé Lagardette (FIGURE 187). Ainsi, nous pouvons y lire que : « *la figure première représente plusieurs saumons de plomb entassés l'un sur l'autre, dont chacun a un pied et demi de long, sur 8 pouces de large et pèse environ 140 livres. Ils sont gravés dans la forme qu'ils ont, lorsque les Plombiers les reçoivent des mines pour les mettre en œuvre : on leur voit différents chiffres dont les Mineurs les marquent, pour désigner les mines dont ils sortent* »[333].



Figure 187 : Saumons de plomb marqués par les mineurs (Lagardette, 1773, fig. 1ère, planche 1ère)

Il est malheureusement difficile, sur la figure de Lagardette, de distinguer la nature de ces marques. Il semblerait qu'au centre des lingots apparaissent les majuscules CH et sur la droite

[332] WILLIES 1990, p. 17.
[333] LAGARDETTE 1773, p. 163.

les lettres CS. Sur la gauche des lingots, le chiffre 17 et les lettres PF pourraient être déchiffrés. On ignore toutefois la nature et la signification historique précise d'un tel marquage : série de production, code pour désigner le plombier…

Les significations des marques portées par les lingots peuvent donc être multiples, puisque rappelons-le, il est également possible qu'elles renvoient à l'année de production du lingot (TABLEAU 24), ou encore au numéro de coulée des lingots dans le cas de séries, notamment pour les lingots les plus récents comme pour le *Modern Greece* par exemple.

Site	Date naufrage	Type de lingot	Date sur lingot
Blind Harbour Wreck	Après 1631	Type VII	1631
Men Garo 1, ou le présumé *Fougueux*	1696	Type IV	1697
Zuiddorp	1712	Type VII	1702
Arles 1, ou la présumée *Galère de Livourne*	1714	Type III	1713
Penhors	Après 1768	Type I	1767 et 1768

Tableau 24 : Récapitulatif des diverses dates découvertes incisées sur la base de lingots de plomb (réalisation personnelle)

Pour tous ces sites, sauf le *Zuiddorp*, bien identifié archéologiquement, ce sont précisément ces dates qui ont permis de proposer une datation du site associé et ensuite, de pouvoir relier ce site à un naufrage connu pouvant convenir. L'étude approfondie des marques portées par les lingots est donc indispensable car elle peut se révéler essentielle à la recherche archéologique menée. Il faut aussi noter que ces dates n'ont pour l'heure, été repérées que sur des lingots de type I, III, IV et VII.

Si l'on tente donc de récapituler les différentes marques, souvent incisées, retrouvées sur la face inférieure plane de tous les types de lingots, voici ce qu'il est possible d'établir à ce stade :

- Initiales : plombiers / mines / marchands / contrôleurs[334]
- Chiffres romains : signification encore inconnue, lié au numéro de coulée ?
- Chiffres arabes : date / numéro de coulée / numéro de la mine
- Symboles : Armateur, commanditaire ou acheteur (fleur de lys, cœur VOC, UEIC…) / plombiers / contrôleurs

[334] L'ensemble des initiales ayant pu être reliées à des mines ou des exploitants bien identifiés a été repris dans le tableau des mines connues sur la période étudiée, et fourni dans le volume II (Annexe 4).

Rappelons enfin ici que nous avons pu constater que la quantité de marques présentes sur la face plane du lingot dépend de sa morphologie. Ainsi, les formes les plus larges telles que les types V, VI ou VII par exemple, sont bien souvent recouvertes d'inscriptions sur toute leur surface. Il est envisageable d'imaginer que cette répétition soit notamment due à la possibilité d'un redécoupage ultérieur du lingot.
Des exemples archéologiques ont, plus haut, montré cette pratique d'un découpage en sous unité : comme sur les lingots de Aanloop Molengat. D'autres sites montrent une telle pratique sur les longs lingots de type II. Ainsi, sur le site archéologique sous-marin d'Eurogeul près de Rotterdam aux Pays-Bas, a livré des lingots marqués W. BLACKETT sur leur face supérieure[335] et portant diverses marques sur leurs face plane. Certains d'entre eux apparaissent découpés (FIGURE 188).

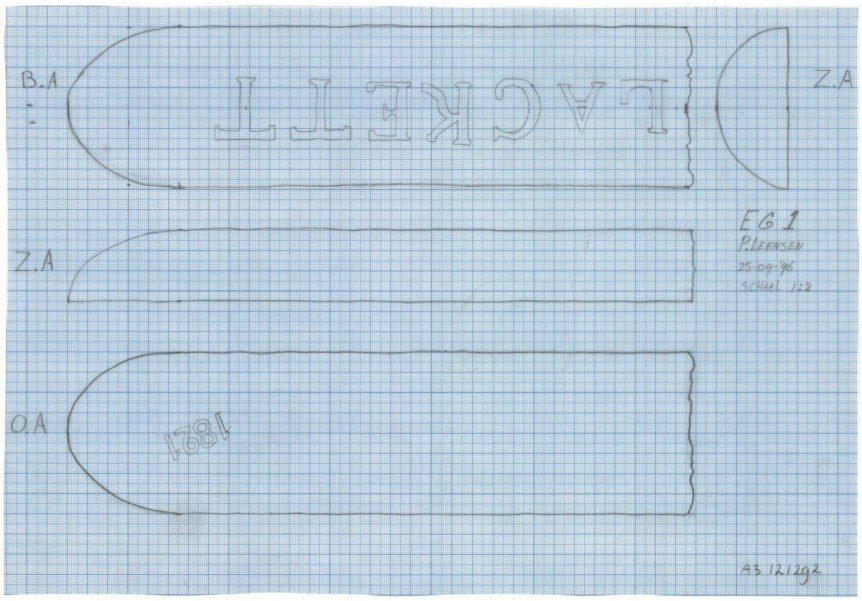


Figure 188 : Dessin d'un lingot découpé découvert sur le site d'Eurogeul aux Pays-Bas (dessin P. Leesen)

Les types I, II, III et IV, plus petits et plus fins, montrent moins de marques, même si certaines d'entre elles peuvent tout de même être répétées comme sur les lingots de la *Boussole* par exemple. Quant aux barres du type VIII, soit les lingots les plus fins, elles ne semblent pas porter d'inscriptions mais d'autres observations demandent à être consignées pour mieux cerner ce groupe.

Enfin, les rares lingots inscrits sur leur face supérieure portent en général la mention de leur provenance et semble avoir été systématiquement réalisé par poinçonnage. Cette marque peut renvoyer à la mine d'origine comme pour les lingots marqués au nom de la mine de Linares, soit à l'exploitant les ayant mis en vente, tels que sur les lingots marqués W. BLACKETT ou encore BAGILLT WORKS NEWTON LYON & C° LIVERPOOL. Mais à notre connaissance, ce type d'inscription n'apparait que sur des lingots des XVIIIe et XIXe siècles, soit au moment de la capitalisation maximale de l'industrie du plomb. Elle semble

[335] Il s'agit de la même inscription que certains des lingots découverts sur le site de Poompuhar en Inde, datation supposée au XVIIIe siècle.

réalisée par l'usage d'un cartouche en relief disposé directement dans le moule de coulée ou par un poinçonnage réalisé une fois le lingot démoulé.

4.1.2. Les plombs en table

Maintenant que nous avons présenté les caractéristiques générales du plomb brut sous forme de saumons, il faut ici nous attarder sur l'analyse des plombs en table. Ceux-ci correspondent en effet à la deuxième forme de plomb commercialisé puisque les plombiers utilisent le plomb fondu des lingots pour couler directement ces feuilles de plomb. De plus, il s'agit également de la morphologie la plus adaptée à un usage immédiat à bord puisque cette feuille de plomb, enroulée pour son transport, peut aisément être déroulée, découpée suivant les dimensions nécessaires et mise en forme par simple chauffe et/ou martelage pour s'adapter au mobilier ou à la pièce architecturale à réparer ou à produire.

Au sein de notre corpus, très peu de ces vestiges ont pu être inventoriés. Ainsi, 15 fiches inventaires ont été créées mais seules 14 d'entre elles présentent des plombs en table enregistrés avec suffisamment de données pour servir aux analyses morphologiques et statistiques menées ici. Le corpus analysé ici s'élève donc à 16 plombs en table (TABLEAU 25).

Num	Provenance	L x l x ep (cm)	Ep. feuille (cm)	L x l (pieds de Roi) [336]	Ep. feuille (lignes)	Masse (kg)	Remarques
313	*Mauritius*, Gabon, 1609	72x14		2,4x0,5		42	Enroulé 8-9 fois, déroulé env. 224 cm
495	*Batavia*, Australie, 1629	86,5		2,8		120	3 artefacts. Enroulé min. 8 fois
256	Pornichet 1, 1656 ?	72x12		2,2x0,4			Restés *in situ* ?
121	*Dauphine*, Saint-Malo, 1704	33x18x3,5	0,3	1,1x0,6	1,3	11,7	5 replis, déroulé env. 90 cm long
259	*Dauphine*, Saint-Malo, 1704	33x20,5x4	0,4	1,1x0,7	1,8	19	6 replis ½, déroulé env. 133,3 cm

[336] Afin de pouvoir comparer l'ensemble de ces artefacts, leur équivalence a été calculée à partir d'une référence unique, le pied de roi français, mais certains éléments ont dû être réalisés d'après les normes locales différentes, tels que le pied hollandais pour le *Mauritius* ou le *Batavia* par exemple.

298	*Aimable Grenot*, Saint-Malo, 1749	72x27x13	0,3	2,4x0,8	1,3		Enroulé 5-6 fois, déroulé env. 270 cm
531	*Machault*, Canada, 1760	86,2x15x2,6	0,3	2,7x0,5	1,3	8,6	3 replis, déroulé env. 45 cm. Trous volontaires ?
254	*Séduisant*, ile de Sein, 1796	99x18x5		3,3x0,6			Enroulé 5 fois, déroulé env. 180 cm
305	*Boussole*, Vanikoro, 1785-1788	61,5x22-26x8,3	0,2	2x0,9	0,9	57,9	16 replis, déroulé env. 368 cm. Traces découpes ?
306	*Boussole*, Vanikoro, 1785-1788	36x18,8x5	0,2	1,2x0,6	0,9	15,6	14 replis, déroulé env. 263 cm
458	*Astrolabe*, Vanikoro, 1785-1788	29,5x17x6	0,3	1x0,6	1,3	7,1	4 replis, déroulé env. 68 cm
459	*Astrolabe*, Vanikoro, 1785-1788	51x35x12	0,6	1,7x1,4	2,7	60	Enroulé min. 6 fois, déroulé env. 280 cm
255	Aresquiers 8, Frontignan, milieu XIXe	58x3x1,5		1,9x0,1			
334	Plateau de la Banche, XIXe	19,8x17,7x4,2	0,2	0,6x0,6	0,9	6,2	8 replis, déroulé env. 142 cm. Traces découpes cercle

Tableau 25 : Liste des plombs en table inventoriés au cours de cette thèse accompagnée de leurs dimensions et descriptions (réalisation personnelle)[337]

La moitié de ces artefacts provient du littoral français et l'autre moitié a été trouvée à l'étranger. Comme nous l'avions déjà évoqué lors de l'analyse des cartes de répartition des types de mobilier en plomb, il est étonnant de ne pas pouvoir recenser plus de plombs en table en contexte archéologique, surtout si l'on se réfère aux quantités, parfois très importantes, évoquées dans les inventaires d'armement notamment.

[337] Les couleurs employées ici correspondent aux différents modules repérés et ceux-ci seront explicités plus loin dans ce chapitre.

Ces faibles quantités d'artefact mis au jour pourraient donc être en partie expliquées par l'usage de cette matière première au cours des navigations, mais également par une récupération privilégiée de ces artefacts, moins lourds que les lingots mais tout aussi faciles à refondre ensuite. Ces récupérations ont pu avoir lieu juste après le naufrage du navire, mais également sur des périodes très récentes car cette pratique n'a malheureusement pas disparue, bien au contraire, depuis l'apparition des scaphandres autonomes.

Nous ne reviendrons pas ici sur le mode de coulée de ces feuilles de plomb, sur sable ou sur toile, ni sur la manière de les enrouler ensuite puisque cela a déjà été présenté au chapitre 2.2.3 de ce volume. Toutefois, il faut mentionner que d'après les descriptions fournies par les traités de plomberie, il nous paraissait évident au premier abord que les rouleaux de plomb obtenus seraient parfaitement circulaires puisqu'ils étaient enroulés autour d'un bâton. Cependant, la réalité archéologique observée s'est avérée généralement bien différente. En effet, la très grande majorité des plombs en table découverts en contexte d'épave sont plutôt aplatis et non cylindriques (FIGURE 189).



Figure 189 : Plombs en table aplatis découverts sur l'épave de la *Boussole*, 1788, Vanikoro, Num 305 et 306 (Réserves du Musée National de la Marine, Paris, photo M. Veyrat)

Seuls, de très rares exemples présentent encore cette forme arrondie. C'est notamment le cas des deux plombs en table découverts sur l'épave du *Batavia*, naufragée en 1629 sur les côtes australiennes (FIGURE 190) ou de celui mis au jour sur le site d'Eurogeul 19, non daté, aux Pays-Bas (FIGURE 191).



Figure 190 : Deux plombs en table de section circulaire, BAT 3832 et 3833 découverts sur l'épave du *Batavia*, 1629, côte australienne, Num 495 (photos Western Australian Museum)

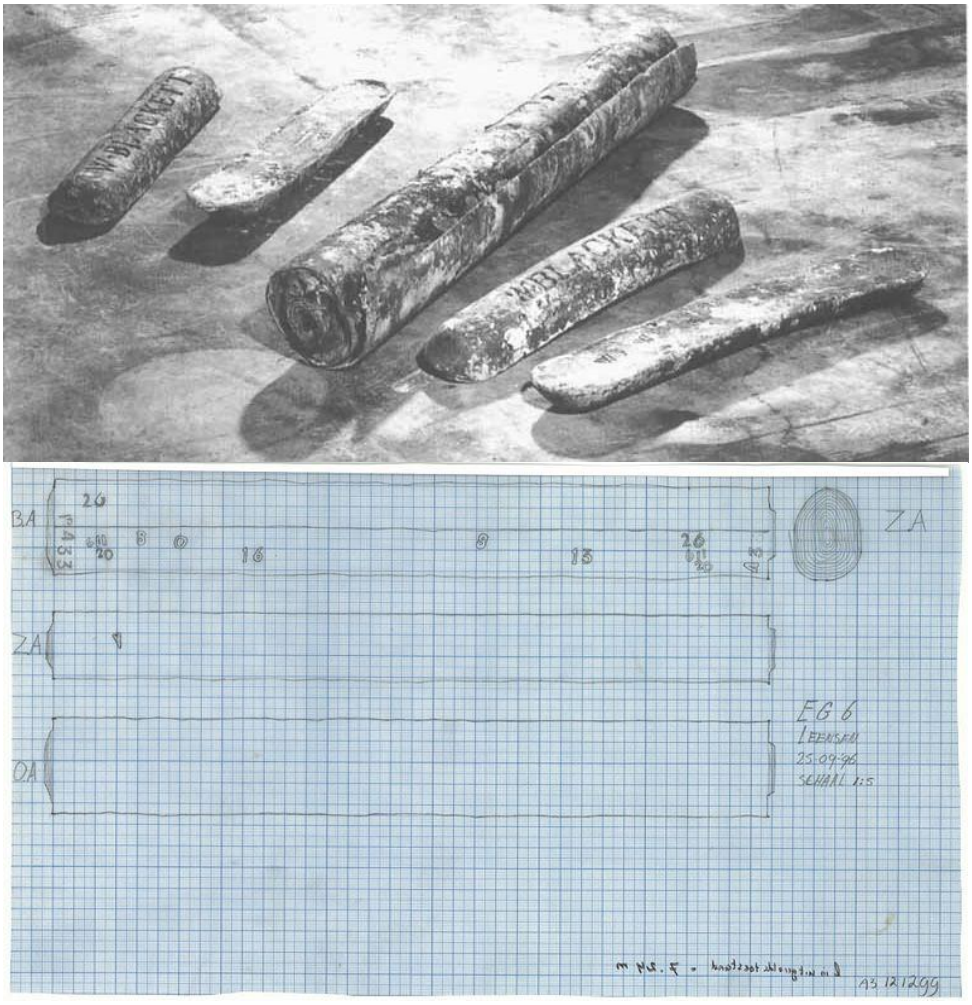
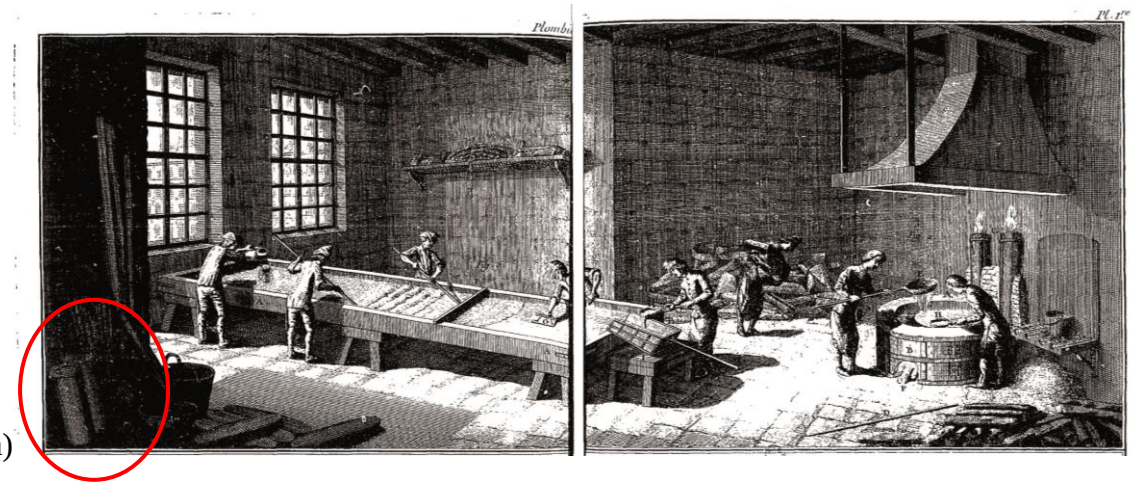


Figure 191 : Lots de plombs découverts sur le site Eurogeul 19 aux Pays-Bas dont, au centre, un plomb en table au centre. En dessous, un dessin de ce plomb (photo T. Maarveled dans Tripati, 2003, fig.13, p. 234 et dessin P. Leensen)

Ce dernier exemplaire, bien que particulièrement intéressant puisqu'il s'agit à la fois du plus long découvert à ce jour et de l'enroulement circulaire le plus visible, n'a pas été inventorié au cours de cette thèse faute de description suffisamment précise dans les informations recueillies à son propos et de l'absence de datation du site dont il provient. Ainsi, nous ne pouvons dire par exemple, par ce seul dessin, quel est le nombre d'enroulements que ce plomb en table possède. Outre sa longueur remarquable, et son profil en cylindre parfait, on note sur ce plomb en table la présence d'un grand nombre d'inscriptions sur l'un de ses bords. Or, l'existence de ce type de marque n'a été mise en évidence sur aucun autre exemplaire inventorié au cours de cette thèse. Il faut donc se demander s'il s'agit ici d'une exception, d'une habitude spécifique à un plombier en particulier, ou bien s'il ne s'agit pas plutôt d'une norme qui ne serait pas visible sur les autres artefacts inventoriés. On peut en effet envisager que la découpe d'une partie du plomb en table puisse avoir causé la disparition de ces marques si celles-ci ne se situent que sur l'extrémité du rouleau de plomb non entammé. On ne peut exclure non plus qu'elles aient pu se situer plus à l'intérieur de la feuille enroulée, ne permettant pas de les observer lors de l'inventaire mobilier.

En ce qui concerne la forme aplatie de la majorité des plombs en table découverts à ce jour, la malléabilité du plomb en serait la cause. Ainsi, ces rouleaux, initialement cylindriques à leur sortie de la table, ont pu s'aplatir au fil du temps, notamment s'ils étaient stockés les uns sur les autres[338]. Les sources documentaires consultées à ce jour n'évoquent pas les modalités du stockage dans les ateliers mais quelques illustrations d'ateliers de plombiers, publiées dans des traités du XVIIIe siècle, nous permettent d'observer ces plombs en table posés verticalement, les uns à côté des autres (FIGURE 192 a-b) ou empilés verticalement sur le sol (FIGURE 192 c). Ces attestations témoignent ainsi d'habitudes spécifiques de chaque plombier.

a)



[338] Plus le plomb est pur et plus il est malléable. Ainsi, le degré d'applatissement du rouleau une fois stockée pourrait également dépendre de la pureté du métal. Des analyses chimiques comparatives seront à mener.

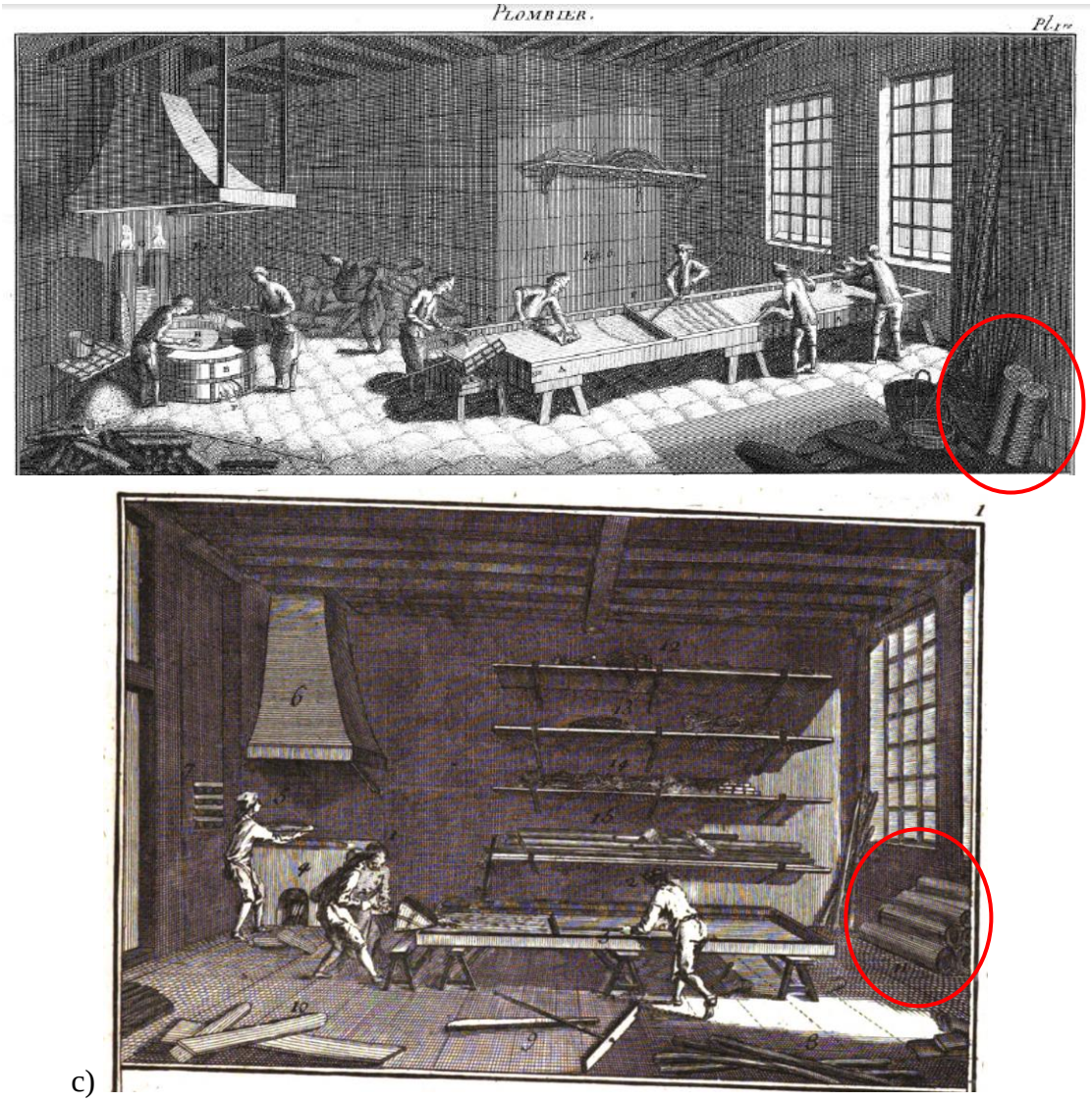


Figure 192 : Planches illustratives de l'intérieur d'ateliers de plombier et du stockage des plombs en table, a) et b) en position verticale et c) allongés les uns sur les autres. (Dessins dans a) Lagardette, 1773, planche 1ère, b) Bertrand, 1781, planche 1ère et c) Inconnu, XVIIIe, planche 1ère)

Face à ces évidences historiques d'éléments de profil cylindrique, on peut s'interroger sur la raison de la section aplatie des plombs en table recensés en contexte archéologique d'épave. Ce profil résulte-t-il de l'empilement des objets au cours de leur existence, d'une caractéristique des plombs embarqués, voire des conditions d'enfouissement suite au naufrage? Nous pourrions aussi imaginer deux productions différntes, cylindriques ou aplaties pour la marine. Mais les sources écrites sont là encore silencieuses à ce propos. Une unique archive, découverte dans la correspondance de la marine du Ponant, atteste, en 1827, pour les tables laminées les plus fines, d'un stockage en caisse afin de prévenir leur déformation lors du transport, en l'occurrence ici une livraison entre Brest et Toulon : « *en outre il y aurait lieu à une dépense d'environ 250 francs pour la valeur des caisses qui serviraient à renfermer le plomb de 0,006 et de 0,0011, qui, assure-t-on est arrivé déformé dans les divers ports ou il a été fait des envois ; sa faible épaisseur peut, en effet, être un inconvénient quand ce plomb*

n'est pas encaissé »[339]. Un autre document, un mémoire sur le marché passé avec le sieur Bottereau, fournisseur de plomb pour la marine du Ponant en 1750, évoque succinctement cette pratique de l'emballage des plombs en table : « *Si les prix sont un peu plus forts que ceux de la manufacture, c'est qu'il a fallu tenir compte au Sieur Bottereau des frais d'emballage, de transports et des commissions* »[340]. Le détail des emballages employés ou des marchandises concernées n'est toutefois pas stipulé ici.
Les informations concernant le mode de transport des plombs en table seraient donc à rechercher archéologiquement. Or, à notre connaissance, à ce jour, aucun artefact de ce type n'a été retrouvé dans un contenant quelconque. Les plombs en table découverts étaient tous librement entreposés dans les épaves étudiées.

Toutefois, malgré le faible nombre de plombs en table découverts, certains sites préservés et fouillés minutieusement ont démontré que ces éléments se concentraient principalement en fond de cale des navires, et qu'ils pouvaient être associés *in situ* avec d'autres matières premières et outils servant au calfatage du navire. Ainsi, sur l'épave de la *Dauphine* (1704) par exemple, l'un des deux rouleaux de plomb a été découvert dans le carré de fouille H-23, à l'avant du navire, à proximité immédiate de plaques de plomb étoupées, des feuilles de cuir et d'un maillet, correspondant aux outils supposés du maitre calfat du bord.
Le deuxième rouleau de plomb de cette épave a quant à lui été mis au jour non loin d'un des canons de la frégate (Nat 1988) ce qui pourrait suggérer un équipement destiné au maitre canonier cette fois, pour la fabrication de couvre-lumières de rechange ou de balles de plomb.

Rappelons que les inventaires d'armement listent ces artefacts comme étant chargés dans les soutes dédiées à chaque membre d'équipage pouvant en avoir la nécessité, tels que les maitres canonnier, calfat ou charpentier, ou plus exceptionnellement pour certains passagers comme le botaniste présent sur la *Boussole*. À ces attributions spécifiques s'ajoutaient des réserves plus générales embarquées en fond de cale. Cependant, aucun site archéologique n'a à ce jour permis de mettre en évidence ce positionnement initial de stockage ; celui-ci étant bien souvent largement perturbé par le naufrage.

Si l'on analyse maintenant plus en détail la morphologie de ces artefacts, on constate un aspect général commun associé à une grande variabilité de leurs dimensions (FIGURE 194).

Afin d'être parfaitement compris par tous, il faut préciser ici que la dimension « longueur » des fiches inventaires ou des tableaux et graphiques produits, correspond en réalité à la largeur de la feuille dans sa position de coulée. Cependant, une fois enroulée sur elle-même, cette largeur devient en réalité la longueur de l'artefact observé archéologiquement. La « largeur » mesurée résulte quant à elle du nombre d'enroulements réalisés et de leur densité (FIGURE 193). Ces deux valeurs ne correspondent donc pas directement aux mesures des tables de plomb coulées initialement mais elles traduisent la réalité de l'artefact produit. Lorsque les dimensions inventoriées ont été suffisamment précises, et le nombre

[339] SHD Brest, 2A-303, 1827, folio 761r.
[340] AN Mar B2-339, 1750, folio 357.

d'enroulements parfaitement repéré, il a alors parfois été possible de restituer les dimensions de la feuille d'origine. Ainsi, il suffit de multiplier la largeur actuelle du rouleau par son nombre d'enroulements afin d'obtenir la longueur initiale de la table coulée[341]. La longueur actuelle du rouleau correspond quant à elle directement à la largeur de la feuille d'origine. Les dimensions observées sur les vestiges archéologiques sont donc implicitement liées à celles de la feuille coulée par le plombier, hormis si des découpes ont eu lieu après sa production.

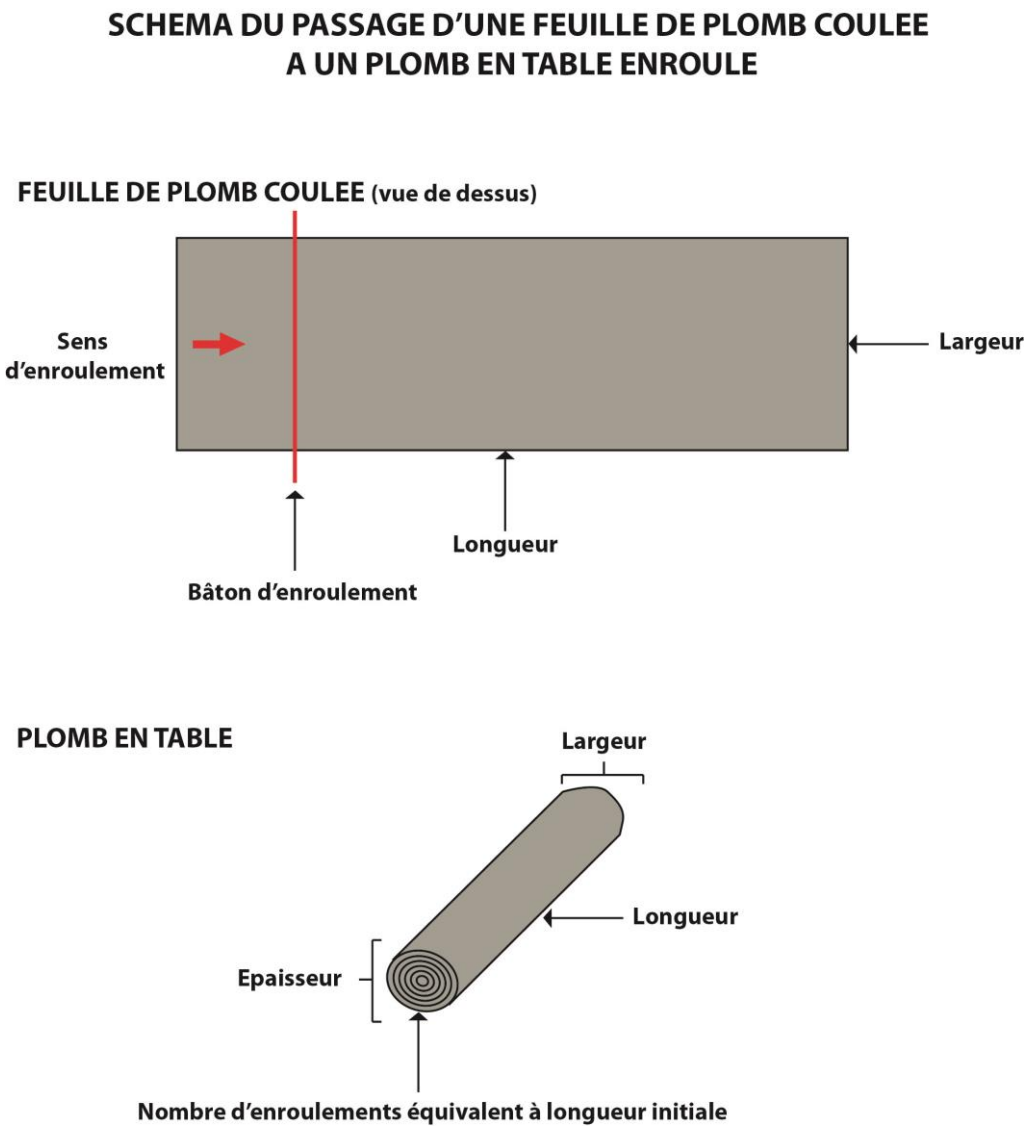


Figure 193 : Schéma de l'enroulement d'une feuille de plomb en plomb en table et description des liens entre les différentes mesures de chaque morphologie (réalisation personnelle)

[341] S'il est spécifié dans le tableau que le plomb est enroulé 5 fois cela signifie en réalité 10 replis successifs, c'est donc par cette donnée que l'on doit multiplier la largeur de l'artefact. La mesure obtenue sera assez proche de la longueur initiale de la feuille de plomb, si celle-ci n'a pas été découpée.

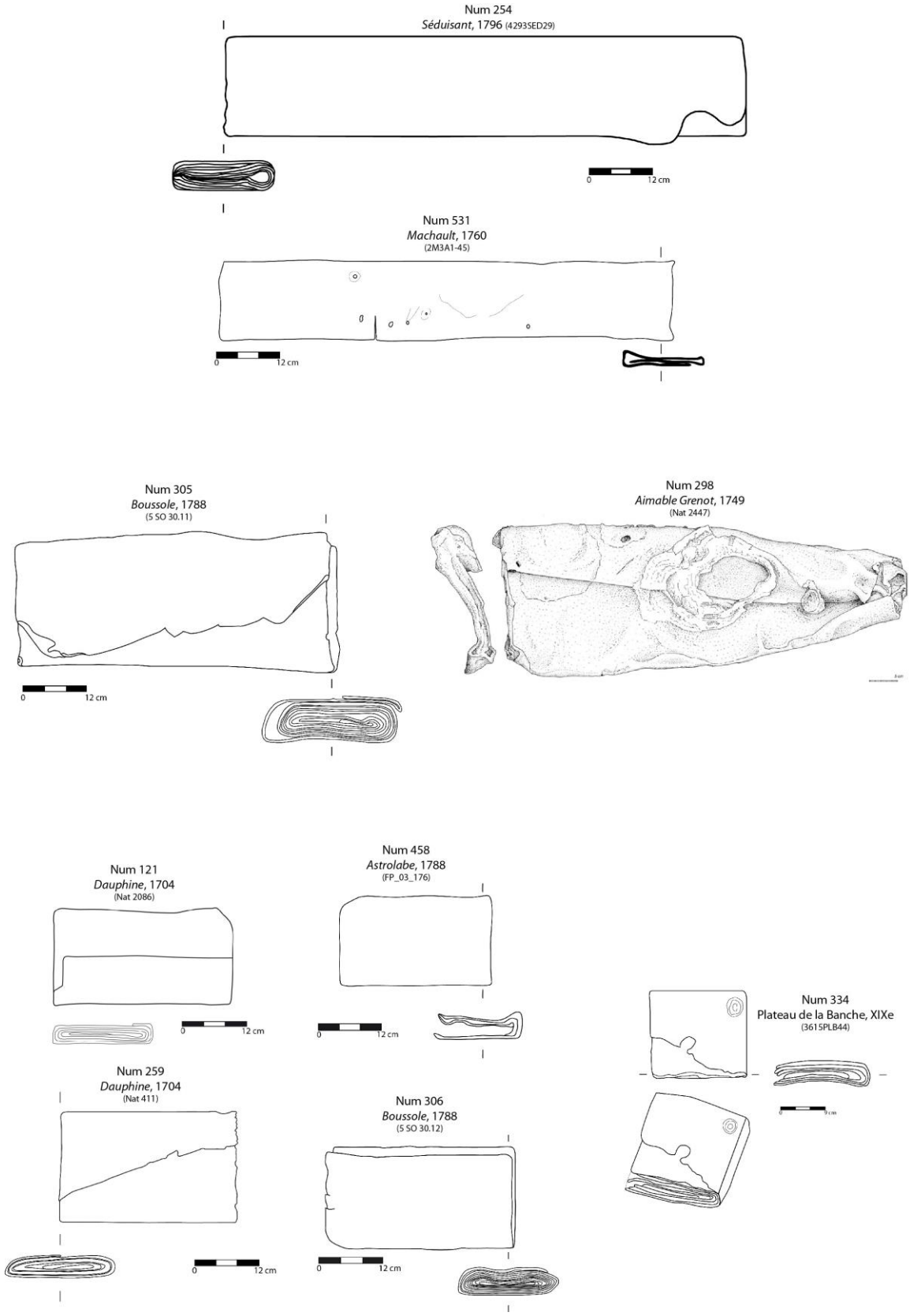


Figure 194 : Planche morphologique regroupant les différents plombs en table dessinés au cours de cette thèse (dessins personnels et M.N. Baudrand, ADRAMAR)

Si l'on s'attarde donc sur l'étude de leurs dimensions, nous constatons immédiatement que quatre modules semblent avoir prévalus, tous fondés sur la valeur de référence d'un pied de roi[342] (TABLEAU 25) : inférieur à un pied, ou valant un, deux ou trois pieds de long. La longueur de ces vestiges archéologiques est une bonne valeur de référence car même si la feuille a été découpée, cela n'affectera pas cette dimension qui correspond en réalité à la largeur initiale de la feuille coulée. Les masses de chaque module sont également bien différenciées (TABLEAU 26), mais cette donnée peut cependant être diminuée par les découpes potentiellement réalisées dans la feuille.

Pour plus de facilité de lecture, ces modules sont repérés sur le tableau fourni précédemment par le même code couleur que ci-dessous et ils sont également visibles par des regroupements réalisés sur la planche morphologique présentée ci-dessus.

	Valeurs min et max	Moyennes (kg)
<1 pied	6,2	6,2
1 pied	7,1 -19	13,4
2 pieds	42 - 60	53,3
3 pieds	8,6 - 120	64,3

Tableau 26 : Tableau récapitulatif des masses minimales, maximales et moyennes recensées pour chaque module de plombs en table (réalisation personnelle)

Ces variations de longueur des artefacts signifient en réalité que les feuilles initialement produites par les plombiers avaient des largeurs bien établies, respectant ces quatre modules. Le mode de coulée de ces feuilles de plomb nécessitant l'usage d'un moule en sable ou en toile posé sur un cadre en bois, il est cohérent d'envisager que la largeur ait pu à ce point être précise et contrôlée.
Cette « standardisation » des largeurs des feuilles de plomb coulées devait également pouvoir être mise en œuvre pour leur longueur puisqu'elle aussi dépendait directement de la dimension donnée au cadre en bois. A l'inverse, il devait être beaucoup plus difficile pour les plombiers de contrôler l'épaisseur de ces feuilles puisque celle-ci n'était contrôlée que via la pression excercée sur le râble. Ainsi, toute l'adresse de ces artisans se mesurait sur l'homogénéité de l'épaisseur de leur table.

Voyons si ces artefacts confirment ou non ces deux derniers points. Les plombs en table inventoriés présentent généralement cinq à six enroulements, hormis certaines exceptions n'ayant pu être vues directement pour les confirmer. La feuille utilisée pour réaliser ces rouleaux parait mesurer en moyenne une ligne d'épaisseur[343], toutefois on note tout de même

[342] Un pied de roi sous l'Ancien Régime vaut 32,48 cm, soit 12 pouces.
[343] Une ligne vaut sous l'Ancien Régime 0,2255 cm.

une grande amplitude de cette mesure : de 0,9 à 2,6 lignes. Ces variations parfois importantes doivent donc probablement être imputées à la méthode de coulée sur sable ou sur toile. L'épaisseur des feuilles composant ces rouleaux n'apparait donc pas liée aux autres dimensions (FIGURE 195) ce qui vient confirmer notre hypothèse de variations involontaires.

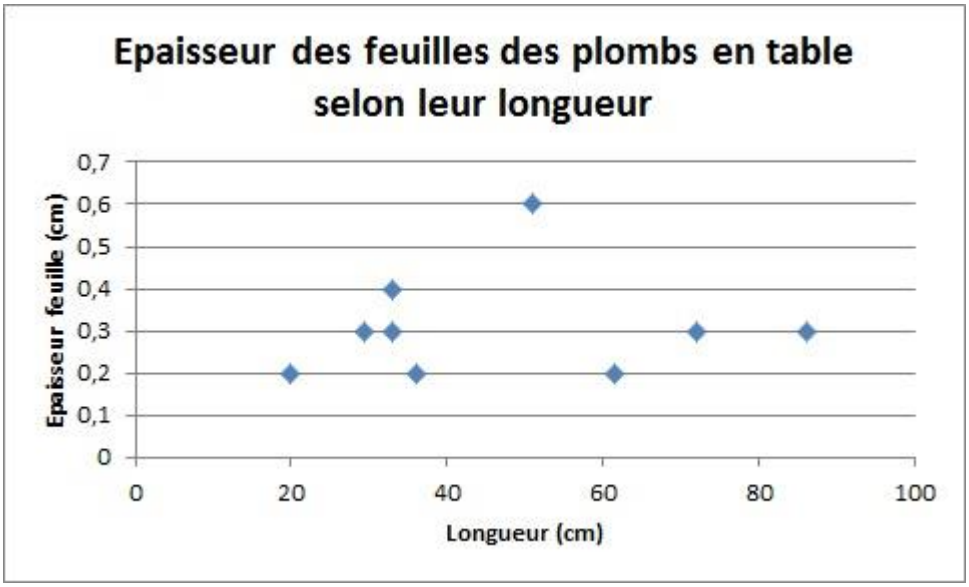


Figure 195 : Graphique présentant la répartition des épaisseurs des plombs en table du corpus selon leur longueur (personnel)

La concentration des épaisseurs des feuilles autour de 0,2 cm semble toutefois prouver la volonté des plombiers de contrôler leurs productions. L'apparition du laminoir au cours du XVIIIe siècle est à ce titre une révolution puisqu'il permet, en tous points de la table, d'obtenir une épaisseur homogène.

Les commandes de plomb en table d'une ligne semblent avoir été les plus fréquentes si l'on se réfère aux correspondances de la marine royale du XVIIIe siècle mais d'autres épaisseurs étaient également recherchées suivant l'usage auquel était destiné le plomb en table. Nous avons déjà cité plusieurs archives décrivant ces différentes épaisseurs de plomb en table pouvant être commandées (cf 2.4.2) : d'une demi-ligne à deux ou trois lignes en passant par toutes les épaisseurs intermédiaires. Or, comme nous pouvons le constater ici, aucun plomb en table de ce corpus ne présente une épaisseur inférieure à une ligne. Faut-il y voir le résultat de la couche d'oxydation présente sur un grand nombre d'entre eux ou est-ce simplement le reflet de l'absence de plomb laminé dans ce corpus ? En effet, seules des feuilles passées au laminoir peuvent être aussi fines.

En ce qui concerne les longueurs initiales des feuilles de plomb, elles ont été calculées comme énoncé précédemment et intégrées dans le tableau 25. Il faut toutefois rappeler ici que sur certains artefacts très écrasés ou abimés il a parfois été difficile d'estimer précisément le nombre de replis effectué par la feuille de plomb. Ainsi, il ne s'agit ici que d'estimations et non de la mesure réelle de la feuille de plomb dépliée. De plus, certains plombs en table ont pu être découpés au cours de leur utilisation à bord des navires, ainsi, leur largeur actuelle ne pourra restituer la longueur originellement coulée. Pour ces deux raisons il ne semble pas

possible à ce jour de distinguer des groupes de longueurs bien identifiés. Cette situation est parfaitement visible sur le graphique présenté ci-dessous, sur lequel les modules précédemment établis apparaissent par le code couleur donné au nuage de point, sur lequel aucun regroupement identifiable ne ressort (FIGURE 196).

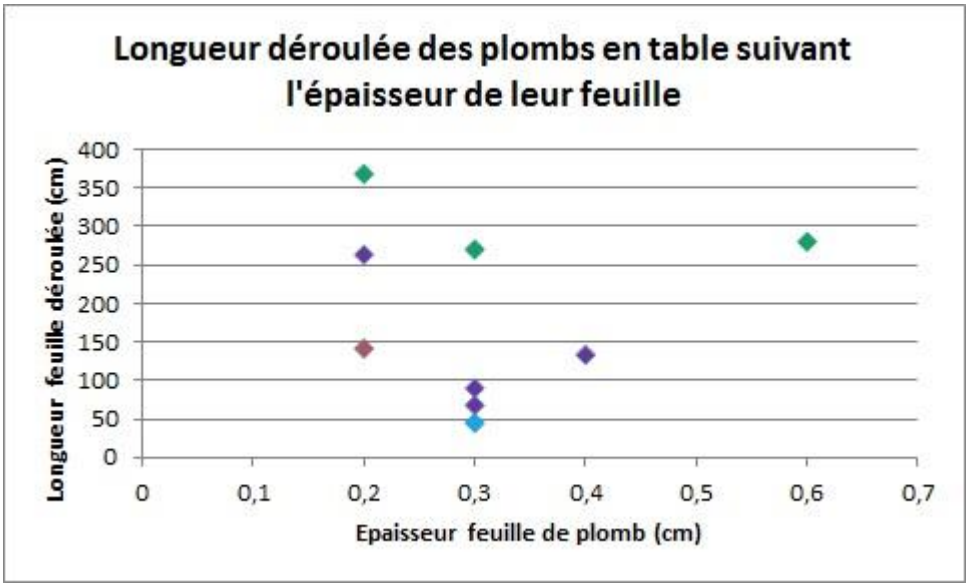


Figure 196 : Graphique présentant la répartition des longueurs estimées des tables de plomb déroulées suivant l'épaisseur de leur feuille (réalisation personnelle)

Si l'on observe la répartition chronologique de ces divers modules, aucune évolution chronologique des formes ne semble ressortir (TABLEAUX 25 et 27). Toutefois, le nombre limité d'artefacts exploitables pour ces analyses ne permet pas d'être totalement affirmatif sur ce point.

	XVII	XVIIIe	XIXe	TOTAL
<1 pied			1	1
1 pied		4		4
2 pieds	2	3	1	6
3 pieds	1	2		3

Tableau 27 : Répartition chronologique des plombs en table

L'hypothèse émise ici est que tous ces divers modules ont coexistés tout au long de la période étudiée ici. De plus, ils semblent même avoir été embarqués simultanément sur certains navires afin de s'adapter aux divers besoins du bord. C'est d'ailleurs le cas sur la *Boussole* ou sur *L'Astrolabe*, toutes deux naufragées en 1788, puisqu'on y retrouve plusieurs plombs en table d'un et deux pieds de long sur chacun de ces navires.
Les inventaires d'armement ne peuvent nous aider sur ce point puisque les chargements en plomb sont mentionnés suivant leur masse totale, en livres ou quintaux, ou exceptionnellement suivant l'épaisseur du plomb en table embarqué qui n'est pas liée aux autres dimensions. Ainsi, aucune mesure de ces rouleaux de plomb n'a jamais pu être retrouvée au sein des données documentaires.

Enfin, pour finir cette étude, nous avons tenté de repérer visuellement si ces feuilles de plomb avaient été coulées ou laminées, cependant cette distinction est imposible à l'œil nu tant ces artefacts sont malléables et couverts de marques qui ne proviennent pas de leur fabrication. Il faudrait pour répondre à cette question envisager ultérieurement une étude métallographique systématique de ces trop rares artefacts.

4.2. Du plomb pour étanchéifier et tenir hors d'eau les navires

Après avoir détaillé les caractéristiques de la matière brute embarquée, nous allons maintenant nous attacher à l'étude de la mise en œuvre de ce plomb à bord des navires. Les usages du plomb étant multiples, nous avons choisi, pour organiser notre propos, de les présenter suivant leur degré de manufacture. Ainsi, dans ce chapitre seront d'abord présentés les divers types de plombs semi-bruts mis en œuvre dans l'architecture du navire, puis les tuyaux et autres mobiliers en plomb architecturaux et enfin, dans les chapitres suivants, l'ensemble du mobilier manufacturé sera abordé, comprenant à la fois les agrès et le mobilier du bord.

Comme nous l'avons vu, le plomb est transporté en grande quantité à bord en tant que matière première, mais il entre aussi directement dans la construction interne des navires sous une forme plus ou moins travaillée[344]. Certains auteurs, tel Blaise Ollivier dans son *Traité de construction* datant de 1736 par exemple, évoquent d'ailleurs la diversité de ces plombs, employés dans l'architecture des navires : « *On distingue le plomb en table et le plomb œuvré. Le plomb en table est celui qui est employé à plat sans soudure, comme celui qui couvre la tête de l'étrave et les allonges d'écubiers et qui double les coffres à poudre et le plomb œuvré est celui auquel l'ouvrier a donné la forme de la partie sur laquelle il doit être appliqué comme le plomb qui double les écubiers* »[345]. Blaise Ollivier distingue ainsi le plomb en feuille, dit plomb en table, et le plomb soudé, dit plomb œuvré.
Dans la citation ci-dessus on apprend également quels étaient les emplois de ces plombs au sein du navire : recouvrir les éléments de la coque et doubler des coffres de rangement et des conduits internes. En effet, par son étanchéité, ce métal est particulièrement utile pour doubler les éléments poreux comme le bois par exemple et participer ainsi à l'étanchéité des contenants, des conduits ou encore de la coque elle-même. Or, sur un navire, l'étanchéité et l'évacuation de l'eau sont deux préoccupations vitales, puisque le navire est en contact permanent avec cet élément, à la fois par sa coque immergée, mais aussi à cause des pluies et des embruns qui ruissellent sur ses ponts. De plus, le risque d'impacts pouvant créer des voies d'eau dans la coque est loin d'être négligeable.
Par là même, l'étude détaillée du plomb permet également de considérer l'architecture navale et le fonctionnement interne des navires entre le XVIe et le XIXe siècle.

[344] Comme avec les dalots, le calfatage et le doublage de la coque, les chaudrons de pompe… Se repporter au chapitre 2.4.
[345] BLAISE 1736, p. 270.

Mais, toute la complexité de l'étude de ces plaques et bandes de plomb, employées pour le renfort et le doublage des navires, repose sur le fait que les sources écrites restent très lacunaires sur leurs morphologies spécifiques rendant délicates leur identification. Comme nous l'avions mentionné précédemment (cf 2.4.2) les mentions de « plaques, tapes ou pelardeaux » de plomb apparaissent sans autre précision dans les définitions historiques fournies du rôle du calfat et des travaux de renfort des coques (Dictionnaire du volume II aux entrées Calfat, Calfater et Doublage). Les seules informations recueillies lors de l'étude documentaire sont d'une part, la présence d'étoupe et/ou de suif intercalés entre le bois de la coque et le plomb pour améliorer l'étanchéité créée, et d'autre part, que plusieurs modules de feuilles de plomb sont signalés dans le dictionnaire de Lemetheyer de 1843.

L'Encyclopédie, ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et métiers évoque elle aussi cette morphologie des plaques de plomb, destinées à des usages très variés : « *Plaques de plomb (Marine) pour divers usages, il y en a pour couvrir la lumière des canons et pour en boucher l'âme, pour étancher les voies d'eau qui se font dans un combat* »[346]. Il est ainsi, bien délicat, pour un archéologue, de distinguer une plaque de plomb servant à l'artillerie, d'un artefact employé au calfatage du navire par exemple.

Les données documentaires étant particulièrement lacunaires sur l'aspect et les dimensions de ces plaques de plomb, il nous a paru nécessaire de tenter d'établir précisément les caractéristiques de chacun des emplois de ces plombs afin de pouvoir créer des critères d'identification exploitables par les archéologues.

4.2.1. Le doublage et renfort des coques

De tous temps, le renfort maximal des coques de navire a été au cœur des préoccupations des marins afin de préserver durablement leurs navires des chocs, des attaques des vers marins et des voies d'eau potentielles. Cependant, au fil du temps, les techniques mises en œuvre dans ce but ont largement évolué, alternant ou cumulant le doublage complet de la coque à des renforts plus ponctuels, et faisant régulièrement appel à des matériaux différents.

➔ Doublage complet de la coque

En ce qui concerne la pratique du doublage en plomb total de la coque des navires, de la quille à la ligne de flottaison, celle-ci semble apparaitre dès l'Antiquité. L'auteur Kevin Crisman, dans son étude de l'épave d'Angra B aux Açores, fait remonter cet usage au moins à partir du IVe siècle avant Jésus-Christ dans le bassin méditerranéen[347]. Toutefois, il ne fournit aucune preuve ou référence de son affirmation. Il a donc fallu rechercher une confirmation de cette information ailleurs. Nous avons pu découvrir qu'au moins deux épaves

[346] DIDEROT 1777, Tome 12, p. 728.
[347] CRISMAN 1999, p. 260.

étayent ce propos puisque le navire marchand grec de *Kyrenia*, naufragé près de Chypre[348] et celui de *Porticello*, situé dans le détroit de Messine entre la Sicile et l'Italie[349], présentent tous deux un doublage des œuvres vives. Leur datation est située au IVe siècle av. J.-C.
Tous les auteurs s'accordent sur une pratique régulière de ce type de doublage en plomb entre le IIIe siècle avant notre ère et le IIe siècle après J.-C. dans le bassin méditerranéen[350]. Cette date est d'ailleurs confirmée archéologiquement par l'épave de *Procchio*, naufragée au IIe siècle après J.-C. près de l'île d'Elbe, qui présente encore un doublage en plomb complet de sa coque jusqu'à sa flottaison.
Notre sujet de recherche ne portant que sur le plomb moderne, nous n'avons pas réalisé d'étude approfondie des modalités de ce doublage antique, toutefois, il nous paraissait important d'en retracer les caractéristiques principales. L'étude des chercheurs israéliens évoquée ci-dessus est, à ce titre, particulièrement précieuse car elle débute par une synthèse de ces informations. Voici donc les grandes caractéristiques du doublage antique dans le bassin méditerranéen :

- Le doublage recouvre la coque depuis la quille jusqu'à la première ou deuxième virure au-dessus de la ligne de flottaison
- Les feuilles utilisées mesurent en moyenne 1 mètre de large pour 1,25 cm d'épaisseur
- Les dimensions peuvent varier de 1,7 à 2 m pour les plus larges jusqu'à 0,35 à 0,5 m pour les plus petites, et de 0,9 à 2,5 cm d'épaisseur. Les feuilles employées semblent donc avoir été coulées et martelées puisqu'elles présentent des épaisseurs très variables, parfois sur un même artefact
- Du textile a été mis en évidence entre le plomb et le bois de la coque sur certaines épaves comme celle de *Kyrénia*, IVe av. J.-C., ou du *Grand Congloué 2* à Marseille, 130 av. J.-C.
- Les feuilles sont fixées par des clous, le plus souvent en cuivre et elles se recouvrent les unes les autres, depuis la poupe vers la proue
- Les clous forment des diagonales sur les feuilles et les bandes sont espacées de 7 cm environ
- Les clous employés mesurent 2 cm de long et possèdent une tête de 2 cm de diamètre

Le doublage complet de la coque permet une protection maximale mais entraine un alourdissement considérable du bâtiment et en outre, représente un investissement non négligeable pour l'armateur. Ainsi, il semblerait que le changement des techniques de calfatage et de construction des navires a pu, progressivement, rendre moins nécessaire l'emploi du plomb sur la totalité de la coque pour assurer son étanchéité. De plus, la multiplication des échanges maritimes de la fin de l'Antiquité, via des bâtiments de moindre tonnage, a probablement aidé à la disparition de ce doublage complet de la coque, trop coûteux pour des armateurs aux capitaux moins importants.

[348] Le navire *Kyrenia* avait notamment une quille recouverte de feuilles de plomb.
[349] Le navire de *Porticello* est daté de 415-385 av. J.-C.
[350] Se référer notamment à KAHANOV et ASHKENAZI 2011, p. 768-774.

Il semble que ce soit ensuite au XVIe siècle que des attestations portugaises et espagnoles montrent à nouveau cette technique du doublage en plomb. Ainsi, toujours dans ce même article, Kevin Crisman mentionne la date de 1513 pour l'attestation écrite la plus ancienne retrouvée à ce jour d'un ordre de doublage de vaisseaux espagnols au départ pour le Nouveau Monde. Cette expédition, sous les ordres de Pedradrias Davila, possédait plusieurs caravelles doublées d'une à deux tonnes de plomb[351].

La découverte des Amériques et de la route des Indes à la fin du XVe et au XVIe siècle engendre le séjour prolongé des navires dans les eaux chaudes tropicales, ce qui provoque d'importants dégâts aux coques, principalement par l'action dévastatrice des vers marins xylophages. L'ensemble des chantiers navals se devait donc de trouver un moyen de préserver les coques de leur attaque. L'une des solutions envisagée en Espagne notamment, l'une des plus puissantes nations maritimes de l'époque, a été semble-t-il un usage du plomb intensif et ce, malgré les coûts engendrés. A ce jour, cette pratique a principalement été répertoriée pour le XVIe siècle sur des épaves espagnoles. L'article de Crisman cite d'ailleurs deux exemples bien caractérisés, le *San Esteban* et la *Santa Maria de Iciar*, toutes deux naufragées en 1554, qui présenteraient de tels revêtements de coque. Toutefois, l'article ne fournit aucun relevé ou photo de ces doublages. Il semblerait, de plus, que le *San Esteban* n'ait livré que quelques bandes de plomb et des éléments de liaison quille-poupe, ce qui se révèle excessivement succint pour en tirer des conclusions sur un doublage de la coque[352].

Malgré les limitations de ces données archéologiques, certaines sources écrites permettent de comprendre le positionnement que devait avoir ce doublage sur la coque. Ainsi, dans l'inventaire de la *Grande Maitresse,* datant du 5 septembre 1526, on peut lire que la nef était : « *Emplombée jusqu'au premier redon et au dessus de l'eue de plomb, clou de cloux de bronse fort* »[353]. Ce navire génois était donc doublé de plomb depuis la quille jusqu'à la première préceinte et au-dessus de l'eau. Il est intéressant de constater la simultanéité de la réapparition du doublage en plomb en Espagne et à Gênes.

Cette citation est d'autant plus intéressante qu'elle permet de mieux comprendre le doublage mis au jour sur l'épave de Villefranche 1, identifiée comme la nef la *Lomellina*, construite à Gênes entre 1504 et 1509. En effet, si l'on parcourt les rapports de fouille rédigés par le GRAN[354] sur ce site entre 1983 et 1990, on constate la présence de feuilles de plomb à l'extérieur de la carène, assemblées par recouvrement mutuels sur 1 cm et ce, depuis la quille jusqu'à la virure B26, soit à environ 1 m sous le deuxième pont du navire (FIGURE 197). Cette position correspond approximativement à la ligne de flottaison, comme cela était évoqué dans la source documentaire présentée ci-dessus.

[351] Cf supra.

[352] Information recueillie par Michel L'Hour et provenant des rapports produits par l'équipe de fouille mandatée par le Texas Antiquities Committee.

[353]Folio 200, 4-5, cité dans GUEROUT et LIOU 2001, p. 117.

[354] Le GRAN, ou Groupe de Recherche en Archéologie Navale, est une association regroupant à la fois des archéologues professionnels et amateurs.

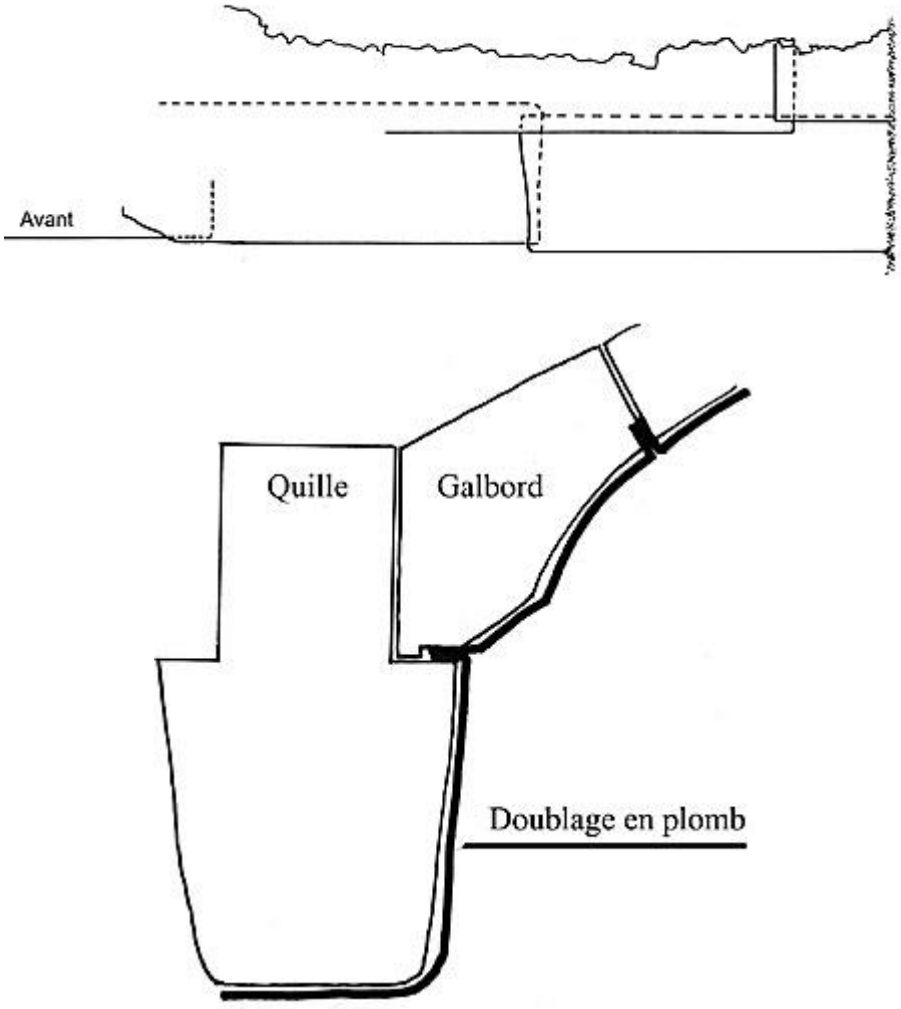


Figure 197 : Schéma du doublage en plomb de la *Lomellina*, 1504-1509 (Guéroult, 1990, fig. 3 et 4)

Sur l'épave, les feuilles de plomb encore entières, c'est-à-dire celles dont les bords étaient rectilignes, mesurent environ 120 cm de long pour 40 cm de large et 1,35 cm d'épaisseur en moyenne. Cette dernière valeur est d'ailleurs la moins constante des trois ce qui pourrait résulter de l'usage de plomb en table coulé.

Ces feuilles sont aussi décrites par les archéologues comment étant clouées du haut vers le bas du navire et de la poupe vers la proue. Une ligne de clous est positionnée entre 1 et 3 cm des bords des feuilles, et un espace de 3 à 4 cm est laissé entre chaque clou. Ceux-ci mesurent 0,8 à 1 cm de diamètre au niveau de leur tête circulaire, 0,4 cm pour leur section carrée et font environ 2 cm de long. Des clous sont également disposés sur la surface centrale de la feuille sous la forme de bandes diagonales parallèles, espacées de 7 à 8 cm (FIGURE 198)[355]. Près de 150 clous ou trous de clous ont pu être dénombrés par plaque de plomb. La présence de brai entre les plaques et le bois a également été constatée, ce qui correspond aux données documentaires connues sur le mode d'application de ces feuilles de plomb sur la coque.

[355] L'unique relevé à l'échelle 1 d'une plaque de plomb de ce doublage nous a été fourni par Max Guérout.

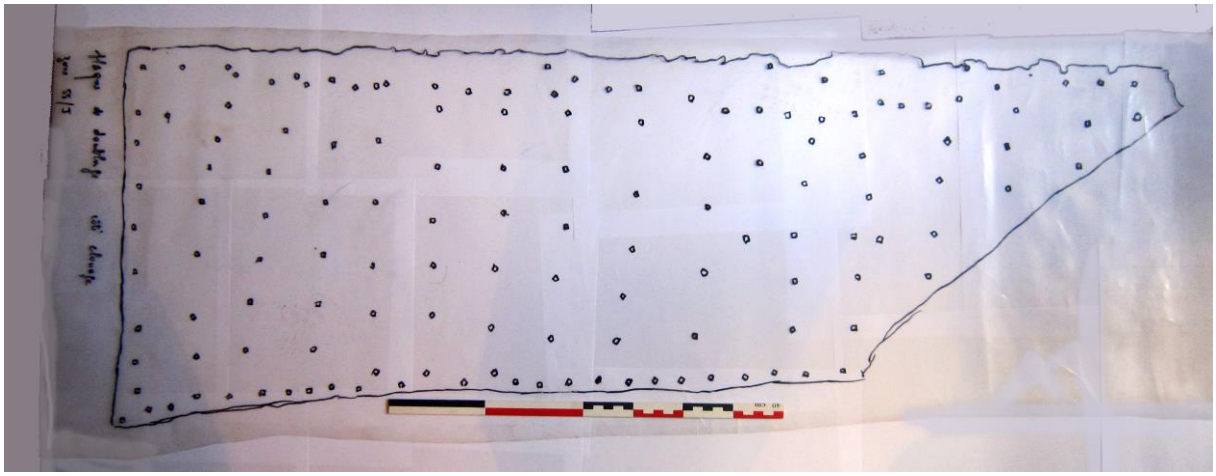


Figure 198 : Relevé à l'échelle 1 sur film polyane d'une plaque de plomb découverte à l'avant de l'épave de la *Lomellina*, 1504-1509 (relevé fourni par Max Guérout)

La plaque de plomb dessinée ci-dessus présente deux bords qui semblent avoir été découpés afin de l'adapter à sa position sur la coque, à savoir la zone avant du navire. Il fallait donc la biseauter afin que son bord puisse suivre la forme de l'étrave. On remarque les trous de clous placés sur le pourtour de la plaque ainsi que sur l'ensemble de sa surface. Même si le tracé réalisé par ces trous n'est pas parfaitement aligné, l'espacement entre les clous est plutôt régulier et on distingue bien des diagonales sur la surface de la plaque.

Ces feuilles de plomb ont également été analysées en 2012 par le GRAN afin de déterminer leur composition chimique en éléments traces et ainsi, de pouvoir la comparer aux autres artefacts en plomb présents sur l'épave : boulet, balle et lingot (FIGURE 199).

Les proportions sont indiquées en 1/1000, Pb= Plomb ; Zn = Zinc ; Ag = Argent, Cu = Cuivre ; Sb = Antimoine, Ni = Nickel.

Nature	Pb	Zn	Ag	Cu	Sb	As	Sn	Cd	Ni	Te	Tl	Bi
Plaque de doublage	593	1	88	114	185	2	2	1	9	3	1	1
Boulet de plomb	652	1	65	186	73	2	2	1	12	3	1	2
Balle d'arquebuse	775	1	52	137	12	2	2	1	13	3	1	1
Lingot de plomb	745	1	84	104	48	2	2	1	8	3	1	1

Figure 199 : Tableau présentant les résultats des analyses en éléments traces présents dans le mobilier en plomb de la *Lomellina*, 1504-1509 (tableau présenté par le GRAN sur le site internet : http://archeonavale.org/lomellina/fr/l_17.html#_ftn9)

Pour les chercheurs, le résultat démontre sans équivoque que le plomb employé pour réaliser l'ensemble du doublage est très différent du reste du plomb de la *Lomellina*. En effet, sa concentration en antimoine est largement plus élevée qu'au sein du reste du mobilier. Il est connu que l'ajout d'antimoine dans le plomb permet de le durcir. Sa présence en plus forte proportion dans le doublage du navire est donc probablement volontaire.

Les archéologues ont tenté de restituer les quantités de plomb nécessaires à la couverture complète de la coque, depuis la quille jusqu'à la virure B26. D'après les dimensions des

feuilles retrouvées archéologiquement et leur mode de mise en place, par recouvrement mutuel, ils ont pu estimer à 986 le nombre de feuilles de plomb nécessaires, et à 147 000 le nombre de clous requis pour leur assemblage. Les fouilleurs ont ensuite estimé la masse représentée par ce métal. Chaque feuille mesurant environ 0,15 cm d'épaisseur, cela représente 7,3 kg en moyenne par feuille si l'on tient compte de la densité de 10,9 de cet alliage. L'estimation de la surface de la coque a quant à elle été établie d'après les reconstitutions de la forme de la carène de ce navire. Cette dernière étant évaluée à environ 411,8m^2, la masse restituée du plomb de doublage de la coque est donc de près de 7,2 tonnes de plomb. Cette masse est conséquente, mais au regard de celle représentée par le navire lui-même (700 à 800 tonnes de port), elle ne suffit nullement à lester le navire. Il faut toutefois la prendre en compte lors des restitutions des navires et de leur déplacement en eau.
Les quantités de métal utilisées étaient donc conséquentes et avaient une réelle répercussion sur le coût de construction. Max Guérout l'a d'ailleurs évalué à près de 5,6% du prix de construction dans son étude. A la vue des coûts représentés, il semblerait donc que cette technique de doublage total de la coque n'ait pu être mise en œuvre que sur des navires de fort tonnage, appartenant à de riches armateurs privés ou aux marines royales.

Il sembel que dès le début du XVIIe siècle, des avis négatifs sur l'apport de ces doublages en plomb se font entendre. Ainsi, le marin anglais Sir Richard Hawkins observait en 1600 que malgré l'usage du plomb en feuille le plus fin qui soit, il provoquait un surpoids excessif du navire et était sujet à de nombreux aléas[356]. Ce dernier préconisait donc l'usage d'un doublage externe en bois, plus aisé à changer d'après lui et moins lourd. Cependant, malgré ces premières remises en cause, il semblerait que le XVIIe siècle ait connu une large utilisation de ce mode de doublage. En effet, le nombre d'épaves attestant de cette pratique se multiplie[357], leurs origines s'étendent à l'ensemble de l'Europe, et les sources écrites la mentionnent aussi régulièrement. L'auteur Bingeman, dans son article intitulé *Copper and other sheating in the Royal Navy* publié en 2000 retrace d'ailleurs cette expansion, depuis l'Espagne pour le XVIe siècle, à l'Angleterre au XVIIe siècle : « *In 1514 ships of the Spanish flota are reported to have been lead sheathed and by 1553 this practice had spread to England, but it was over 100 years later that lead sheating was approved for the Royal Navy by the Act of Parliament in April 1670. By 1691, 20 of the Navy's ships had been sheathed with milled lead fastened with copper nails and, not surprisingly, electrolytic problems were experienced* »[358]. Si l'on traduit ce paragraphe, il est dit qu'en 1514 les navires de la flotte espagnole sont connus pour être doublés en plomb et qu'à partir de 1553 cette pratique s'étend à l'Angleterre, mais que ce n'est que cent ans plus tard que le doublage en plomb fut accepté par la Royal Navy, par l'acte du Parlement d'Avril 1670. L'auteur ajoute ensuite qu'en 1691, vingt navires de la Royal Navy étaient doublés par des feuilles de plomb fixées à l'aide de clous en cuivre, ce qui provoqua des problèmes d'électrolyse. Il est intéressant de

[356] Cf supra, p. 261.
[357] Le nombre d'épaves à lui seul n'est pas significatif puisqu'on l'a vu, une très large disproportion existe archéologiquement entre le nombre de sites mis au jour pour le XVIe et le XVIIe siècle.
[358] BINGEMAN 2000, p. 218-229.

noter qu'ici les clous évoqués sont des clous en cuivre, que l'on retrouvera à partir du XVIIe siècle systématiquement sur tous les doublages, qu'ils soient en plomb ou en cuivre. Il y a donc une réelle évolution puisqu'au XVIe siècle, les clous mentionnés étaient généralement en fer.

Si l'on recense ici les épaves ayant fait l'objet d'une publication sur lesquelles un doublage en plomb complet de la coque a été mis au jour pour le XVIIe siècle, nous pouvons dresser le tableau suivant (TABLEAU 28).

Nom du site	Datation	Doublage interne	Doublage externe	Estimation masse doublage
Nassau	1606	oui	oui	
Zierikzee	1607	oui	oui	
Mauritius	1609	oui	oui	
San Martin	1618		oui	
Santa Margarita	1622		oui	2,1 tonnes
HMS Phoenix	1671		oui	5,5 tonnes
Angra B	XVI - XVIIe		oui	

Tableau 28 : Liste des épaves présentant un doublage en plomb de leur coque pour le XVIIe siècle, monde entier (réalisation personnelle)

Si certaines informations n'ont pas été renseignées c'est que les données n'étaient pas disponibles au sein des publications consultées. On constate sur ce tableau que les attestations d'un doublage externe en plomb sont majoritaires et couvrent l'ensemble du XVIIe siècle. Toutefois, tous n'ont pas été décrits suffisamment précisément pour être analysés plus en détail ici.

Ainsi, seul le *Mauritius* a fait l'objet d'une réelle investigation de son mode de doublage par les archéologues ayant réalisé la fouille, à savoir, Luc Long, Michel L'Hour et Éric Rieth. Ce vaisseau de la VOC, naufragé en 1609 sur les côtes du Gabon, a fait l'objet d'une campagne de fouille en 1986 puis de plusieurs publications en 1989. Sur le plan fourni ci-dessous, on aperçoit, sur la gauche, la présence de plomb entre deux niveaux de bois (FIGURE 200).

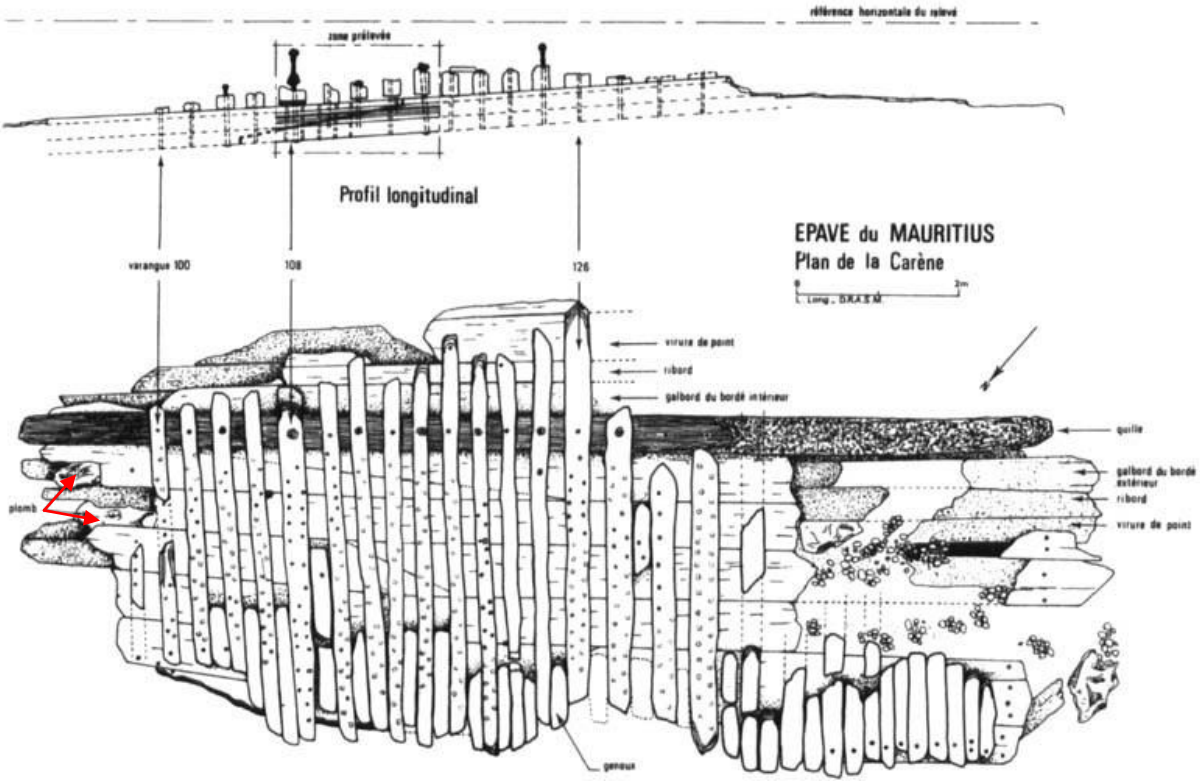


Figure 200 : Plan de la carène du *Mauritiu*s, 1609 sur lequel on aperçoit le doublage en plomb de la coque sur la gauche (L'Hour *et al*., 1989, fig. 1, p. 66)

La description du doublage en plomb est fournie en pages 215-216 de la publication : « *en sus du doublage en pin, la coque du* Mauritius *est protégée par un doublage en plomb. Ce doublage recouvre le bordé intérieur et se prolonge dans la râblure inférieure ainsi que sur les joues de la quille jusqu'au niveau de leur doublage en pin. […] sur les faces externes du bordé intérieur et interne du bordé extérieur, on a également remarqué la présence d'une sorte de toile de calfat, de texture non identifiée. […] Il semble qu'un second doublage de plomb venait recouvrir le bordé extérieur. […] L'analyse des compositions isotopiques mesurées sur des échantillons des deux doublages a révélé des plombs d'origine totalement différente […] signe l'existence d'une dualité d'approvisionnement en matière première pour le chantier de construction ou bien plutôt soutient l'hypothèse d'une réparation de la carène postérieure à la construction* »[359] (FIGURE 201).

[359] L'HOUR, LONG et RIETH 1989, p. 215-216.

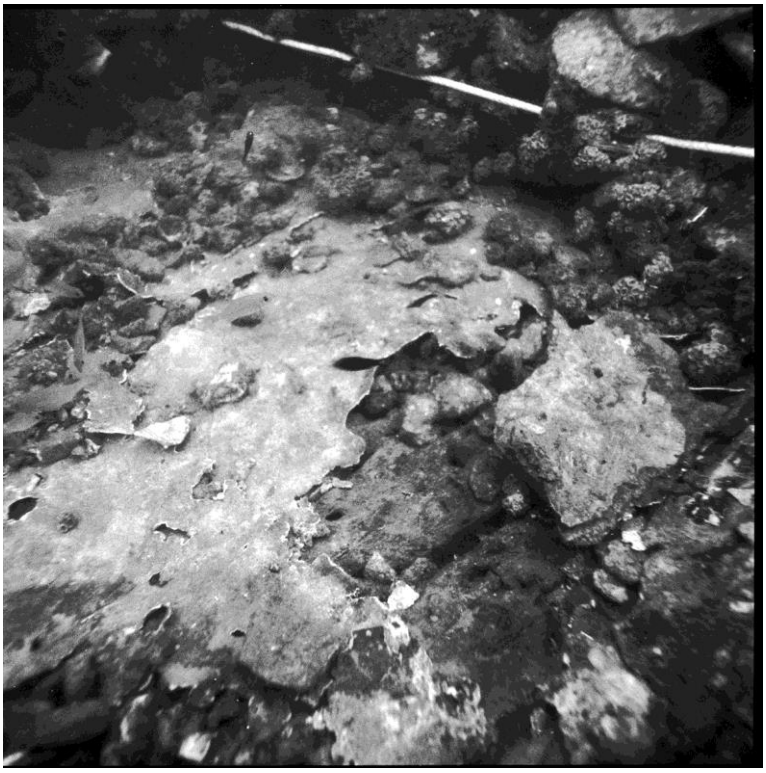


Figure 201 : Feuille de plomb recouvrant une partie du bordé, épave du *Mauritius*, 1609 (photo F. Osada, DRASSM)

Ainsi, il semblerait que ce navire ait été doublé de plomb sur toute sa coque et équipé d'un double revêtement, à la fois sur l'extérieur du bordé interne mais aussi sur l'extérieur du bordé externe. Nous pouvons donc reconstituer les couches entrant dans la composition de cette carène de la manière suivante : du bois de chêne pour le double bordé, du plomb et de la toile, un doublage en pin, et enfin à l'extérieur, une nouvelle couche de plomb associée à de la toile. Cette superposition complexe devait représenter une masse extrêmement élevée. Ces deux doublages de plomb ont été analysés chimiquement et d'après les auteurs, ils ne présentent pas la même composition. Cette situation pourrait attester du rajout du doublage externe pour une réparation ultérieure.

La présence, d'un doublage externe en plomb mais aussi d'une couche supplémentaire, implantée entre deux bordés de bois n'est pas une situation spécifique au *Mauritius*. Il faut en effet constater que les autres navires de la VOC du début du XVIIe siècle, à savoir le *Nassau* et le *Zierikzee*, ont tous présenté cette même architecture. Cela atteste des normes de construction mises en place par la compagnie pour ses navires utilisés à la route des Indes orientales. L'auteur Wendy Van Duivenvoorde précise en 2015 le détail de ces protections de coques et fournit également la référence du texte officiel ayant institutionnalisé cette pratique au sein de la VOC : « *Officially endorsed in the Company's earliest shipbuilding charter of 1603, shipwrights were instructed to sheat the exterior hull planking with lead and hair prior to applying a second layer of oak planking up to the quarterdeck wales. […] To the exterior of the second layer of oak planking, they applied another layer of lead and hair on top of wich*

they fastened a layer of pine sheating »[360]. Cette description met toutefois en lumière une pratique différente par rapport au *Mauritius,* puisque l'auteur signale une couche végétale entre le plomb et le bois et non des traces textiles comme sur le *Mauritius*. On ne peut pour l'heure justifier la raison de ces variations, pratique différente au sein des chantiers navals de la VOC ?
L'épave de la *Santa Margarita*, 1622, aurait quant à elle été couverte par près de 2135 kg (soit plus de 2 tonnes) de plomb si l'on en croit les estimations réalisées par le chercheur Malcom Corey[361]. Comme nous l'avions vu dans le chapitre 3.1.2 les restes de l'impression d'un textile sur une feuille de plomb avaient pu être repérés visuellement (FIGURE 87) ce qui pourrait relayer la découverte faite sur le *Mauritius*. Aucun clou n'a été préservé sur cette épave mais les trous encore visibles sur les feuilles de plomb permettent de restituer le clouage initial : un espacement de 5 à 10 cm entre les clous, situés principalement sur les bords des feuilles. Ils semblent avoir eu une section carrée, de 0,5 cm de large et une tête circulaire de 2,2 cm de diamètre. Il semblerait d'après leurs traces que ces clous aient été légèrement plus gros que ceux employés sur le *Mauritius*. Si cela se confirmait, cela pourrait constituer une preuve de variations techniques existant à cette époque.

Si l'on s'attarde ensuite sur les masses représentées par ces doublages, nous constatons grâce au tableau fourni précédemment que peu d'épaves ont pu faire l'objet de cette estimation puisqu'un grand nombre d'entre elles ne présentaient pas suffisamment de vestiges pour que les dimensions de leurs carènes puissent être restituées. Toutefois, les masses de plusieurs tonnes estimées pour les coques du *Santa Margarita* et du *HMS Phoenix*, illustrent l'importance du plomb recquis et consommé pour assurer l'étanchéité d'un navire à cette période. Un compte interne de la VOC du XVIIe siècle, listant les matériaux nécessaires au doublage d'un navire, *L'Amsterdam and Zon*, recense 207 rouleaux de plomb fin, pesant environ 7 207 kg (soit 7 tonnes) et coutant 167 florins[362]. Ce document souligne à nouveau, l'importance des coûts occasionnés par de telles masses de plomb, impliquant nécessairement de riches propriétaires, ici une compagnie à monopole autorisé par l'Etat. Il ne faut donc pas s'attendre à ce que cette pratique ait pu s'étendre à l'ensemble des navires ayant été produits à cette époque. Comme nous le verrons plus tard, c'est notamment pour des raisons économiques qu'a été bien souvent choisie la solution d'un renfort ponctuel des coques des navires naviguant dans des eaux tempérées.

Ainsi, même si le doublage complet des coques par du plomb semble avoir eu un important développement au cours du XVIIe siècle pour les navires destinés aux mers tropicales, cette pratique ne perdurera pas longtemps. L'usage du plomb, en effet, est critiqué par certains dès sa réapparition, car trop couteux et suspecté de provoquer des dégradations accélérées des navires. De nombreuses archives de la marine française, principalement des correspondances, témoignent des vives discussions ayant eu lieu sur l'utilité de ce doublage. Il est régulièrement proposé de lui préférer un doublage en bois à partir de la fin du XVIIe siècle

[360] VAN DUIVENVOORDE 2015, p. 349.
[361] COREY 2001.
[362] NA, VOC, code de référence 1.04.02, document 14336, folio 4, ligne 3

et dès la seconde moitié du XVIIIe, c'est le doublage en feuilles de cuivre qui sera définitivement mis en œuvre sur l'ensemble des chantiers européens. La diffusion de cette nouvelle pratique se fait à partir de l'Angleterre et n'arrive en France que plus tardivement, pas avant la fin du XVIIIe siècle.

Toutefois, ce passage d'un métal à l'autre ne se fera pas à la même vitesse selon les pays concernés. Ainsi, au sein des archives de la VOC, ce débat s'engage dès 1606[363] tandis que cette démarche semble plus tardive en Espagne, en France et en Angleterre par exemple. Nous savons par exemple qu'entre 1670 et 1691, vingt vaisseaux anglais reçoivent encore ce doublage de plomb pour naviguer vers les Indes et en 1770, qu'il existait encore deux vaisseaux anglais recevant ce traitement. Cette évolution semble donc se dérouler à différentes vitesses suivant les Etats concernés mais également suivant l'entrepreneur ou la destination du navire. L'auteur anglais Brian Lavery[364] en fournit un parfait exemple puisqu'il explique qu'après un premier examen de la coque doublée de plomb du HMS *Phoenix*, navire de la Royal Navy, l'expérimentation est considérée réussie en 1673, et, en l'espace de cinq ans, une vingtaine de navires anglais furent ensuite équipés du même revêtement. Pourtant dès 1674 et 1675 plusieurs vaisseaux, dont le HMS *Phoenix*, perdirent leur gouvernail et les constatations montrèrent que toutes les ferrures du gouvernail, y compris fémelots et aiguillots, avaient été rongées de manière anormale. Face à ce constat, la Navy décidede ne plus doubler aucun navire en plomb après 1679. Mais, à cette date, nous savons que de nombreux navires anglais de commerce étaient encore doublés de plomb s'ils se rendaient aux Indes notamment.

D'une manière générale, suite à ces nombreuses constatations de dégradations, dues en réalité à la réaction des clous en cuivre employés pour fixer les feuilles sur la coque, il a été choisi par l'ensemble des arsenaux, et ce dans l'Europe entière, de ne plus doubler les vaisseaux à destinations des mers tropicales de plomb mais de cuivre. Ainsi, les clous, réalisés dans le même métal, ne pouvaient plus réagir sur les feuilles et provoquer des dégradations atteignant régulièrement la coque elle-même. Le mode de fixation et de recouvrement des feuilles de cuivre sur la coque est resté le même que celui appliqué aux feuilles de plomb et n'a pas changé au cours du XVIIIe siècle. D'ailleurs, la majorité des dictionnaires de marine du XVIIIe siècle n'évoquent que le cuivre comme métal pouvant être employé pour le doublage des navires. A ce jour, seul le *Glossaire nautique* d'Augustin Jal publié en 1848 cite le plomb comme métal potentiel pour cet usage : « *Doubler : couvrir la carène de ce navire d'une robe de bordages de plomb, de zinc ou de cuivre* »[365].

L'apparition des coques en fer ou en acier à partir de la seconde moitié du XIXe siècle viendra finalement sonner le glas de ces pratiques.

Si nous tentons de synthétiser par trois exemples les informations recueillies sur les techniques de doublage des coques par des feuilles de plomb, de l'Antiquité jusqu'au déut du XVIIe siècle, voici le tableau que nous pouvons établir (TABLEAU 29).

[363] NA, VOC, code de référence 1.04.02., document 307, 441, 6 janvier 1606 et NA, VOC, code de référence 1.04.02., document 226.
[364] LAVERY 1987, p. 61.
[365] JAL 1848, p. 598.

Nom du site	Datation	Feuilles de plomb	Recouvrement	Clous	Forme du clouage	Portion de coque couverte
Kyrénia	IVe av. J.-C.	1 m x 1 m x 1,25 cm épaisseur	Oui : depuis la poupe vers la proue	Cuivre 2 cm de long x 2 cm diamètre tête	Diagonale sur la feuille, 7 cm d'écart	De la quille à la 1ère ou 2ème virure au-dessus ligne de flottaison
Lomellina	1504-1509	1,20 m x 40 cm x 1,35 cm épaisseur	Oui : sur 1 cm environ et depuis la poupe vers la proue et de bas en haut	Cuivre 2 cm de long x 0,4 cm section carrée x 0,8-1 cm diamètre tête	Pourtour (1-3 cm du bord, 3-4 cm entre les clous) et diagonale sur la feuille, 7-8 cm d'écart	De la quille à 1m sous le 2e pont soit ligne de flottaison environ
Santa Margarita	1622	Non précisé	oui	Cuivre 0,5 cm section carrée x 2,2 cm diamètre tête	Pourtour (5-10 cm entre les clous)	Non précisé

Tableau 29 : Récapitulatif des caractéristiques des doublages complets de coques par des feuilles de plomb (réalisation personnelle)

Ce tableau montre une certaine permanence dans les gestes techniques et les matériaux employés pour réaliser le doublage des coques. Les évolutions dans ce système technique sont donc particulièrement infimes : dimensions et positionnement des clous sur la feuille de plomb.

➔ Doublage ponctuel

En parallèle à ces doublages couvrants, existaient également de simples renforts ponctuels de la coque des navires grâce à des bandes de plomb. Cette technique, moins coûteuse, était privilégiée sur les navires de plus faible tonnage ou ceux ne naviguant qu'en eaux tempérées, moins sujets aux attaques des vers marins. En 1699, l'intendant de la Marine royale, Desclouzeaux[366], préconise l'usage du plomb comme doublage car il peut, d'après lui, être plus facilement modulé suivant la destination du navire : « *il convient beaucoup mieux que ce doublage se fasse avec du plomb qu'autrement parce qu'on le peut oter aisément*

[366] Le sieur Desclouzeaux fut successivement commissaire général de la marine au Havre, puis à Dunkerque et enfin, fut nommé Intendant de la marine à Brest jusqu'en 1701.

quand il n'est plus question de pareils voyages, ce qu'il n'est pas possible de faire de celuy de planches, sans changer le franc bord, d'ailleurs il y a apparence que ce doublage de plomb empêche moins les vaisseaux de marcher »[367]. Ce témoignage confirme le regain d'intérêt pour le plomb au XVIIe siècle, déjà mis en lumière, et démontre qu'il était possible, pour un même navire, d'être doublé entièrement ou seulement sur certaines zones spécifiques suivant la navigation à entreprendre.
Ce choix entre un doublage complet et partiel de la coque des navires était au cœur des préoccupations des armateurs ou de celles des intendants de la marine royale, comme en témoignent un grand nombre de correspondances. Ainsi, un membre de l'administration royale écrit en 1700 à Desclouzeaux, intendant de Brest à cette époque, les propos suivants : « *A M. Desclouzeaux. Janvier 1700. […] Je suis bien aise d'apprendre que le doublage du Vaisseau le Saint Michel soit achevé […] Je vous ai écrit que le Roy se remettait à vous de l'execution de la proposition qui a été faite de doubler le fond de Vaisseaux de plomb, comme la première dépense qu'il faudra faire pour cela ne laissera pas que d'être considérable prenez la peine d'examiner s'il ne suffiroit pas d'en doubler seulement les endroits que les vers attaquent d'ordinaire, c'est-à-dire la quille, l'étrave et l'étambot et la flotaison ou on pourroit mettre quelques virures de planches de Sapin* »[368]. Ainsi, les administrateurs de la marine royale de Louis XIV mettent en balance l'apport technologique avec le souci d'économie. Toutefois, il faut rappeler ici qu'en 1700 la France sort tout juste de la guerre dite de la Ligue d'Augsbourg et la trésorerie royale était mal en point, ce qui pourrait avoir contribué à déclencher ces questionnements. Ceux-ci ne feront que s'amplifier au cours du siècle jusqu'à la décision finale de privilégier le bois mailleté, puis le cuivre pour ce type de doublage complet au cours du XVIIIe siècle.

Dans le cas de renforts ponctuels de la coque, seules les zones les plus fragiles étaient ciblées pour être doublées de bandes de plomb afin d'être le plus efficace tout en minimisant les coûts engendrés. Ces zones sont situées là où les impacts sont les plus fréquents, que ce soit sous l'eau, ou au fort, lors des accostages, sur des quais ou avec d'autres navires.. Ces chocs se produisant principalement sur l'extérieur de la coque, il était nécessaire de protéger les parties les plus fragiles du vaisseau, à savoir : l'étrave, l'étambot, la quille et de la ligne de flottaison du navire.

Ces zones doublées sont très fréquemment mentionnées dans les sources écrites, tels que les traités d'architecture navale, mais elles sont également fréquemment attestées archéologiquement. Il est toutefois particulièrement rare de découvrir ces bandes de plomb *in situ*, encore fixées sur la coque. Dans la plupart des cas, ce sont plutôt des feuilles et des bandes de plomb détachées qui sont mises au jour, à proximité des vestiges architecturaux. De plus, ces renforts de plomb étant situés sur le bordé externe des coques, il est bien souvent plus difficile pour les archéologues d'accéder à ces zones et ainsi, de pouvoir observer la présence de ce métal. Cela peut donc en partie expliquer pourquoi il n'existe presque aucune photographie de ces revêtements *in situ*. Les seuls exemples découverts sur le littoral français

[367] AN Mar B2-142, 1699, folios 88 r - 92 v.
[368] AN Mar B2-146, 1700, folios 8v – 13r.

proviennent de l'épave du port de l'Amirauté, navire de guerre coulé au XVIIIe siècle à Ajaccio et de la *Jeanne Elisabeth*, navire de commerce naufragé en 1755 le long des côtes languedociennes.
Sur la première épave, on voit nettement apparaitre une feuille de plomb qui épouse à l'extérieur la forme de l'étambot du navire (FIGURE 202).

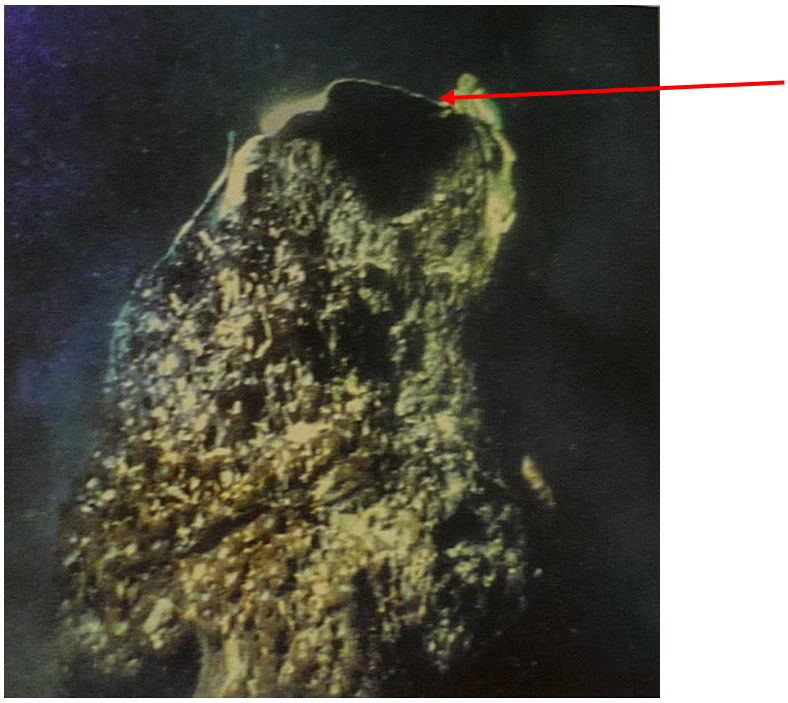


Figure 202 : Renfort de l'étambot par une feuille de plomb, fléchée ici en rouge, sur l'épave du Port de l'Amirauté, XVIIIe siècle, Corse (Alfonsi, Brandon et Joncheray, 2009, p. 175)

Le plomb est parfaitement adapté à cet usage tant sa malléabilité permet de lui faire suivre n'importe quelle forme.

Sur l'épave de la *Jeanne Elisabeth*, la feuille de plomb recouvre cette fois un élément interne du navire, puisque la photographie a été prise au niveau d'un bau, renfort transversal intérne de la coque (FIGURE 203).



Figure 203 : Feuille de plomb recouvrant encore une partie du bau 117 de l'épave de la *Jeanne Elisabeth*, 1755 (photo DRASSM)

Cette découverte illustre parfaitement le deuxième pôle d'utilisation du plomb comme renfort ponctuel à bord des navires. En effet, les risques d'infiltration d'eau dans certaines zones très exposées des ponts par exemple, nécessitent aussi une amélioration de leur étanchéité. De plus, certains contenants du bord, tels que les soutes à poudre ou à légumes, sont également à doubler de plomb afin de les rendre étanches à l'eau et à l'humidité. Le plomb peut également être utilisé pour protéger du poinçonnement et de l'usure une pièce de bois fragilisée par des chocs répétés.

L'ensemble de ces zones à doubler, même très limitées, représentent finalement des surfaces importantes. Nous pouvons nous en rendre compte par les descriptions très précises qui en sont faites dans certains traités d'architecture navale des XVIIIe et XIXe siècles. Ainsi, le *Traité de construction* de Blaise Olivier de 1736 évoque la présence de ces différentes zones à doubler, et les situe dans l'ensemble du navire : « *On emploi le plomb à la construction des vaisseaux pour doubler les parois des écubiers, des dalots, des coffres à poudre et pour couvrir la tête des allonges d'écubier, de l'étrave, du petit cabestan et les coutures du franc-bord dans les endroits où le calfatage ne peut point être renouvelle souvent* »[369].

Le *Guide pratique d'architecture navale* rédigé par Mazaudier en 1835 est quant à lui encore plus précis sur les emplacements à doubler : « *Nous avons déjà dit que toute la carène était doublée de cuivre. Mais le dessus du brion et l'avant de la gnibre reçoivent, à la place du cuivre, un doublage en feuilles de plomb laminé, de peur que le cuivre ne coupe les câbles qui viennent frotter souvent contre cette partie du bâtiment. Ces feuilles de plomb ont 6 à 7 millimètres d'épaisseur. Celle qui recouvre le dessous de la fausse-quille, dans toute la longueur de la branche horizontale du brion, se replie des deux bords, sur une hauteur de 20*

[369] BLAISE 1736, p. 270.

à 25 cm. Le plomb appliqué sur l'avant de la guibre se replie de la même manière, sur chacune des faces latérales. Ce plomb est cloué avec des clous à doublage en cuivre. Il se termine environ à un mètre au-dessus de la flottaison. L'on applique aussi des feuilles de plomb laminé de 2 à 3 mm, sur tous les points ou l'on veut empêcher l'infiltration des eaux, et où le calfatage est jugé insuffisant pour remplir cet objet. Ainsi, l'on recouvre en plomb, le plancher de poulaine, et le dessous des cages à poule. On se sert de feuilles ayant environ 1 mètre 30 centimètres de largeur. On en met aussi sur les tugues des navires, lorsque le bordé est jugé trop mince pour recevoir un calfatage solide. On en garnit tout l'intérieur de la gate, et le dessous du cabestan, à chaque cloche. Des bandes de plomb sont aussi appliquées sous les courbes verticales en fer, à la branche appliquée sur le pont, à la partie du bordé extérieur qui reçoit le champs des porte-hauban, à la partie du bordé extérieur contre laquelle s'appliquent les jottereaux. Une bande, clouée sur l'étrave et sur les abouts des bordages, recouvre la rablure. Tout le contour du couronnement de l'arrière est aussi recouvert en plomb, ainsi que le dessus et le plancher des bouteilles. Au faux-pont, l'entourage des chambres et des casiers de l'équipage est garni d'une bande de plomb, pour que les eaux du lavage ne pénètrent point dans leur intérieur. Le dessous de la cuisine et du four, l'emplacement des fourneaux à roulis, sont recouverts en plomb, pour garantir du feu le bordé du pont. Enfin, on garnit en plomb, les soutes à poudre, sur toute la surface du plancher, et les murailles jusqu'à un mètre de hauteur. Le plancher des soutes à légume est garni en plomb, ainsi que les murailles à 25 cm de hauteur. On garnit aussi en plomb, tout l'intérieur des soutes à charbon et à sable, pour que ces matières ne s'échappent point à travers les joins des bordages. Ces feuilles de plomb sont en outre appliquées partout où les besoins d'un service spécial ou la nécessité de se garantir des infiltrations, rend cette précaution indispensable »[370].

Ici, il est intéressant de constater que le navire décrit est doublé de cuivre sur l'ensemble de sa coque mais présente tout de même d'importantes zones recouvertes de plomb. Ces deux métaux peuvent donc être combinés sur le même navire. Toutefois, il semble que les zones doublées de plomb soient exemptes de feuilles de cuivre. Ainsi, sur l'étrave par exemple, le doublage en cuivre n'est pas apposé afin de laisser place aux feuilles de plomb. Cette disposition a pu être mise en œuvre afin de ne pas créer de réaction chimique entre les deux métaux.

Dans cette description, les dimensions des feuilles de plomb utilisées pour les différents revêtements et le type de clous utilisé sont aussi décrits, ce qui est particulièrement précieux. On remarque que les feuilles employées pour couvrir l'étrave du navire sont plus épaisses que celles utilisées pour les doublages internes : 6-7 mm contre 3-4 mm. Cette variation semble logique puisque la coque externe est plus exposée aux chocs et nécessite donc un doublage plus résistant. Bien que les feuilles mentionnées dans ce traité de 1835 proviennent des tables de plomb désormais laminées et non plus coulées, ce qui permet de mieux contrôler leur épaisseur, on peut cependant envisager que ce souci de varier les épaisseurs des feuilles de plomb en fonction des usages ait déjà eu cours lors des siècles antérieurs.

[370] MAZAUDIER 1835, p. 190-191.

À partir du *Guide pratique d'architecture navale* de Mazaudier, attachons-nous maintenant à récapituler les diverses zones pouvant être protégées par des bandes ou feuilles de plomb sur les navires du XVIIe au XIXe siècle, d'après les sources écrites :

- Extérieur de la coque
    - Etrave ou Guibre (orthographiée Gnibre dans le document précédent)
    - Etambot
    - Allonge d'écubier
    - Coutures du bordé à franc-bord
    - Brion
    - Quille et fausse-quille
- Pont du navire
    - Zone du cabestan
    - Tugue et couronnement arrière
    - Dessus et plancher des bouteilles
    - Gate
- Intérieur de la coque
    - Plancher de poulaine
    - Dessous des cages à poule
    - Entourage chambre et casiers de l'équipage dans le faux-pont
    - Dessous de la cuisine et des fours
    - Soute à poudre
    - Soute à légume
    - Soute à charbon et à sable

Cette liste est évidemment non exhaustive puisque plusieurs auteurs évoquent « l'ensemble des endroits où le besoin s'en fera sentir », laissant imaginer des renforts supplémentaires, à l'appréciation de chaque charpentier et/ou calfat du bord. Toutefois, elle nous permet d'illustrer l'importance des surfaces couvertes par du plomb en feuille à bord des navires entre le XVIIe et le XIXe siècle. Ce répertoire souligne également toute la difficulté, pour un archéologue confronté à une découverte isolée de feuille de plomb anciennement clouée, de la restituer sur son emplacement d'origine. Le contexte de découverte de l'artefact peut permettre d'y remédier, notamment par la concentration d'autres vestiges spécifiques, témoins d'une zone donnée à bord ou d'un aménagement architectural. Des distinctions morphologiques, comme nous l'avons vu avec les épaisseurs citées précédemment, pourraient également être de précieux indices d'identification, cependant, il faut au préalable estimer si ces feuilles proviennent d'une même production et si elles ont été coulées ou laminées, afin de pouvoir les comparer. Cette démarche est bien souvent impossible car elle nécessite à la fois des analyses chimiques et métallurgiques du mobilier ce qui est destructif et couteux.

Un précieux exemple du mode de fixation de ces feuilles et bandes de plomb a été fourni par un vestige exposé au centre de conservation et restauration d'archéologie sous-marine des

Pays-Bas. Il s'agit d'un large fragment de coque d'un navire en bois de l'époque moderne, sorti de l'eau et préservé afin de pouvoir être étudié (FIGURE 204).



Figure 204 : Coque renforcée par des plaques et bandes de plomb (photo M. Veyrat, Agence du Patrimoine Culturel de l'Archéologie sous-marine, Pays-Bas)

On constate sur ce cliché que différentes morphologies de feuilles de plomb sont mises en œuvre suivant leur localisation, afin de s'adapter au mieux à la forme à recouvrir. La feuille présente sur l'étrave est de forme rectangulaire et ses bords ont été rabattus de part et d'autre des flancs du navire. Certains clous sont encore présents et on peut observer leur tête circulaire alors que leur section est carrée d'après la forme des trous visibles. Mais l'observation la plus intéressante à faire ici est que la bande de plomb, toute en longueur, utilisée pour couvrir la ligne de flottaison est en réalité insérée entre deux niveaux de bordé de bois. Est-ce ici la trace d'un doublage mailleté de fer fixé à l'extérieur de la coque et associé à un renfort des zones de couture, ou est-ce plutôt le même type de fixation que ce qui a été vu sur le *Mauritius* par exemple ? Nous ne pouvons à ce jour répondre à cette question mais quelle que soit la réponse, aucun autre vestige présentant ce type d'insertion des feuilles de plomb n'a encore été mis au jour sur le littoral français.

La morphologie du plomb employé pour ces renforts ponctuels peut donc être très variable puisqu'elle semble être à chaque fois, adaptée à la zone architecturale à recouvrir. Les feuilles

de plomb employées à cet effet peuvent donc être appliquées directement à partir d'un module prédéfini, ou bien être redécoupées suivant leur destination à bord.

Les vestiges des épaves des vaisseaux français de la bataille de la Hougue menée contre les anglais et les Pays-Bas en 1692, montrent parfaitement cette très grande variabilité morphologique (FIGURE 205).



Figure 205 : Lot de plaques et de bandes de plomb de morphologies très variable ayant servi au calfatage et renfort des coques des épaves de la bataille de la Hougue, 1692 (photo P. Foliot – CCJ/CNRS)

En effet, on remarque, sur ce cliché, des feuilles de plomb carrées ou rectangulaires mais aussi des bandes plus ou moins fines. La totalité de ces feuilles de plomb présente des trous sur leur pourtour, témoins indirects de leur clouage sur le navire. Lorsque ces artefacts sont découverts épars sur le site sous-marin, il est bien difficile pour l'archéologue de les replacer dans l'espace du navire.

Le plomb étant très malléable et souple, il était facile de découper les feuilles des rouleaux de plomb à l'aide d'un simple couteau afin de leur donner la forme souhaitée. Cette démarche a déjà été explicitée au cours du chapitre portant sur le travail du plomb (cf 2.2.5 Figure 57), et un exemple des traces de découpe parfois encore visibles a été fourni lors de l'étude du travail des plombiers-fontainiers de Versailles (cf 3.2. Figure 117).

Nous ne reviendrons donc pas sur ces aspects techniques dans ce paragraphe mais nous allons nous attarder sur la description de l'artisan mettant en œuvre ce travail de découpe et de renfort de la coque sur les navires. Il s'agit généralement du maitre calfat, parfois secondé par

des aides et apprentis, mais sur certaines petites unités, ce rôle peut se combiner à celui du charpentier.

Comme nous l'avions déjà évoqué (cf 2.4.2), c'est le rôle du calfat de s'assurer de l'étanchéité de la coque du navire et du fonctionnement de ses pompes, à la fois lors de sa construction ou de son radoub, mais aussi de manière régulière lors des navigations. Il doit notamment se tenir prêt à intervenir rapidement si une voie d'eau apparaissait au cours d'un choc, d'une tempête ou d'un combat naval. Pour être en mesure de réaliser ces réparations d'urgence, l'armateur lui fournit une grande quantité de plombs en table et de feuilles de plomb déjà préparées avant le départ à la mer. Ces cargaisons apparaissent dans les listes d'armement comme relevant du maitre calfat et sont stockées dans une zone de la soute qui lui est réservée.

➔ Pelardeaux

Les feuilles de plomb découvertes archéologiquement empilées et préparées à l'aide d'étoupe peuvent donc provenir de l'armement initial du navire mais aussi d'un remplacement réalisé au cours du voyage par le calfat lui-même à partir d'une découpe d'un plomb en table.
Comme nous l'avions mentionné, les définitions du rôle du calfat et certains traités de navigation évoquent ces feuilles enduites d'étoupe et tenues prêtes à l'emploi sous les noms de « plaques », de « tapes » ou encore de « pelardeaux » ou « palardeaux ». Toutefois, ces descriptions ne précisent pas leur mode de stockage et restent succinctes sur leurs dimensions et leur morphologie précise. Ainsi, les découvertes archéologiques permettent de compléter ces connaissances pratiques.
Si l'on recense l'ensemble des feuilles de plomb pouvant correspondre à ce groupe, 16 attestations archéologiques peuvent être prises en compte avec certitude (TABLEAU 30). Ces éléments ont été inventoriés dans la base de données sous le terme générique de feuille de plomb et sous l'appellation historique de pelardeau. Il faut immédiatement noter l'aspect extrêmement restreint de cet inventaire, limité à quatre épaves sur un corpus s'étalant sur plus d'un siècle, ainsi que la surepresentation de la *Dauphine*.

Iso	Lieu de découverte	Datation	Longueur totale (cm)	Largeur base (cm)	Epaisseur feuille (cm)	Masse (kg)	Trous sur la feuille?	Remarques
274	La Dauphine	1704	22	18,5	0,2	0,909	oui sur feuille x 3	Plaque de plomb présentant trois perforations non alignées le long d'un bord, avec l'empreinte d'une rondelle autour des trois trous (tête de clou). Cette plaque semble presque entière.
275	La Dauphine	1704	34	28	0,4	4,05	oui sur bord x 1 : 0,6 diam	Cet objet comprend 2 feuiles de plomb empilées, séparées par une feuille d'étoupe. Pas de trace de clouage, donc surement matériau de réserve. On note un trou au centre de l'un des bords de chacune des deux feuilles.
275-2	La Dauphine	1704	38	23	0,4	4,05	oui sur bord x 1 : 0,6 diam	
277	La Dauphine	1704	33	29	0,35	5,9	indéterminé oxydation couvrante	Cet objet comprend deux feuilles de plomb empilées, séparées par une couche d'étoupe goudronnée. L'état des feuilles est très mauvais. On ne distingue aucun trou de fixation, mais la surface est recouverte d'oxydation ce qui peut obstruer les trous ou marques.
280	La Dauphine	1704	37,5	27	0,5	11,5	oui sur bord x 1	Ensemble de quatre plaques de plomb empilées avec du brai et des lambeaux de cordage intercalés. Ces 4 feuilles de plomb présentent toute un petit trou rectangulaire (agrandi sur l'une) au centre des bordures de longueur.
280-2	La Dauphine	1704	27	27	0,5	11,5	oui sur bord x 1	
280-3	La Dauphine	1704	33	27	0,5	11,5	oui sur bord x 1	
280-4	La Dauphine	1704	37,5	27	0,5	11,5	oui sur bord x 1	
281	La Dauphine	1704	32,2	29	0,4	8,4	oui sur bord x 1 : 1,1 diam reste couvert d'oxydation	Feuille de plomb empilée sur une autre plaque (Num Iso 431) de forme similaire et séparées par une couche d'étoupe. Sur le bord dégagé des concrétions marines on note la présence d'un trou . On ne peut dire s'il existe également un trou en face car cette partie de la feuille est recouverte d'éléments marins.
431	La Dauphine	1704	29,5	26	0,35	8,4	indéterminé oxydation couvrante	
283	La Dauphine	1704	31	28	0,3	3,8	oui sur feuille x 4 : 0,4x0,1	Feuille de plomb quadrangulaire. Aucun trou de fixation n'est visible. Sur une face on distingue 4 petits trous rectangulaires (0,4 x 0,1 cm) répartis sur la feuille. On ne connait pas à l'heure actuelle leur fonction exacte.
297	La Dauphine	1704	13,5	11	0,5	0,362	indéterminé oxydation couvrante	Feuille de plomb corrodée et remplie de particules marines; Il est difficile de pratiquer des mesures. Certains bords paraissent lisses alors que d'autres présentent des traces de fracture...elle n'est à priori pas complète. Aucune trace de clous ou de trous n'apparait mais oxydation génante pour lecture.
303	L'Aimable Grenot	1749	39	25,5	0,3	3,1	indéterminé oxydation couvrante	Feuille de plomb tordue et recouverte d'oxydation et d'organismes marins. Aucun trou de fixation n'est visible sous cette couche épaisse. Un des côtés semble avoir été découpé, il est moins lisse et droit que les autres. Sur ce côté découpé, a été laissé uniquement une bande de 8,2 cm de large, en son centre.
315	HSM Repulse	1800	29,2	30,2	0,2	non pesé	oui sur bords x 4 : 1,5 et 0,75 diam	Feuille de plomb de forme presque carrée, présentant 2x2 trous sur ses bords opposés. Deux d'entre eux sont ouverts, cassés et les deux autres sont encore entiers.
317	Ariane et Andromaque	1812	51,2	51,2	0,2	12,1	indéterminé oxydation couvrante	Feuille de plomb de forme carrée, les bords sont très lisses donc taille d'origine. Pas de traces de trous de fixation. Concrétions couvrantes donc peut être trous non visibles?
380	L'Aimable Grenot	1749	14,9	14,5	0,3	0,591	non	Feuille presque carrée, un angle replié. Un bord non lisse, découpe ou cassé ? Pas de trous de fixation.

Tableau 30 : Liste des feuilles de plomb archéologiques pouvant correspondre aux plaques de plomb prêtes à l'emploi des calfats, avec indication de leurs mesures et de leur description (réalisation personnelle)

A la lecture de ce tableau il semblerait que trois modules différents aient existé, fondés sur le pied de roi, valant sous l'Ancien Régime 32,5 cm environ[371]. Ainsi, ont été présentés en bleu les feuilles ayant des dimensions très proches d'un pied de roi carré, en violet celles relevant plutôt du demi pied carré et enfin, en vert l'unique exemplaire ayant des dimensions de près d'un pied et demi carré (TABLEAU 30 et FIGURE 206). Le module le plus largement répandu semble avoir été le pied de roi carré ce qui parait logique quand on considère qu'il s'agissait d'une mesure de référence pour l'époque. De plus, nous retrouvons ici les mesures de référence évoquées par les sources écrites, à savoir un à deux pieds carrés pour *Le Manuel des Marins* de Bourde de Villehuet (1773) et de 12 à 15 pouces carrés, soit environ un pied carré pour le dictionnaire de marine de Willaumez (1831).
Les données archéologiques confirment donc celles issues de la documentation historique, mais y apportent une nuance, puisque ce sont en réalité, trois modules qui ont pu être identifiés.

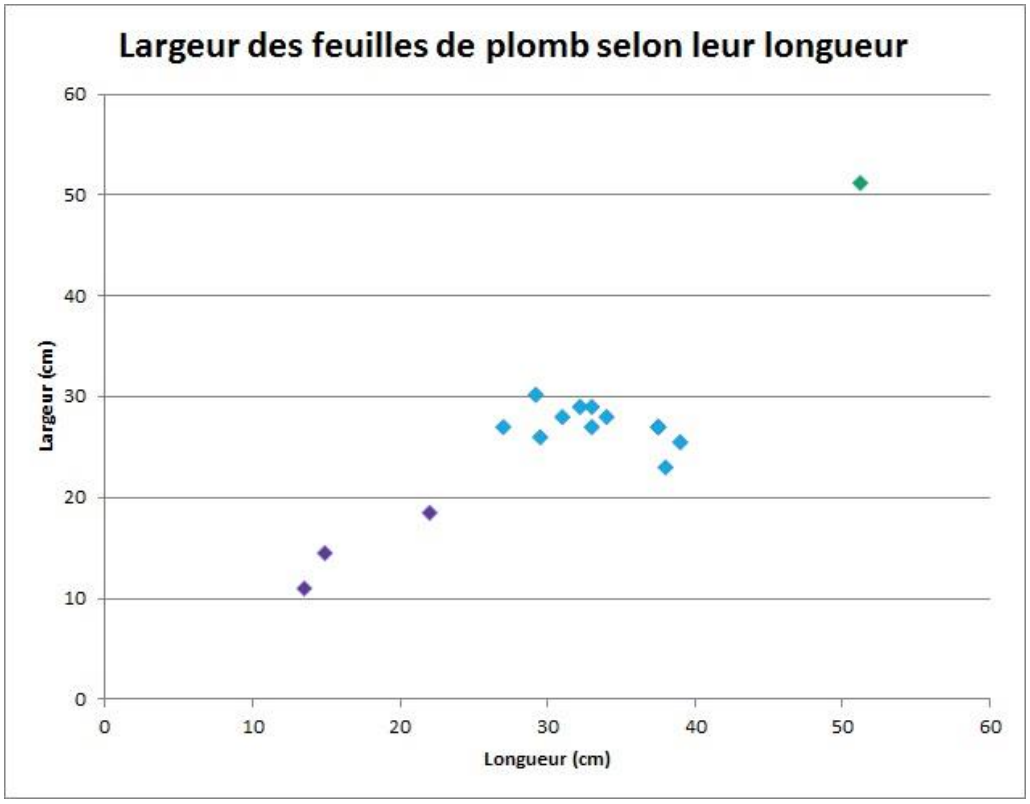


Figure 206 : Répartition des largeurs des feuilles de plomb prêtes à l'emploi suivant leur longueur respective (réalisation personnelle)

Sur ce graphique, le même code couleur a été utilisé pour illustrer plus aisément la répartition de ces feuilles suivant trois modules distincts. Ces derniers sont également bien visibles sur la planche morphologique réalisée pour cette thèse (FIGURE 207).

[371] Le *HMS Repulse*, navire britannique utilisait probablement le pied anglais, valant 30,5 cm, ainsi ses mesures en pieds anglais seraient également d'un pied carré.

Il semblerait également que les variations de ces dimensions puissent suivre une évolution chronologique. En effet, les feuilles de plomb découvertes sur les épaves *Arianne et Andromaque*, datant de 1812, sont presque deux fois plus grandes que celles mise au jour sur les épaves de la *Dauphine* (1704), ou sur *L'Aimable Grenot* (1749). Cette évolution morphologique pourrait être un simple changement de pratique, ou résulter de l'amélioration des techniques de fabrication des feuilles de plomb grâce au laminage notamment. Dans l'absence de toute autre attestation archéologique de feuilles de plomb préparées de la sorte pour le XIXe siècle, il est trop tôt pour en faire l'affirmation.

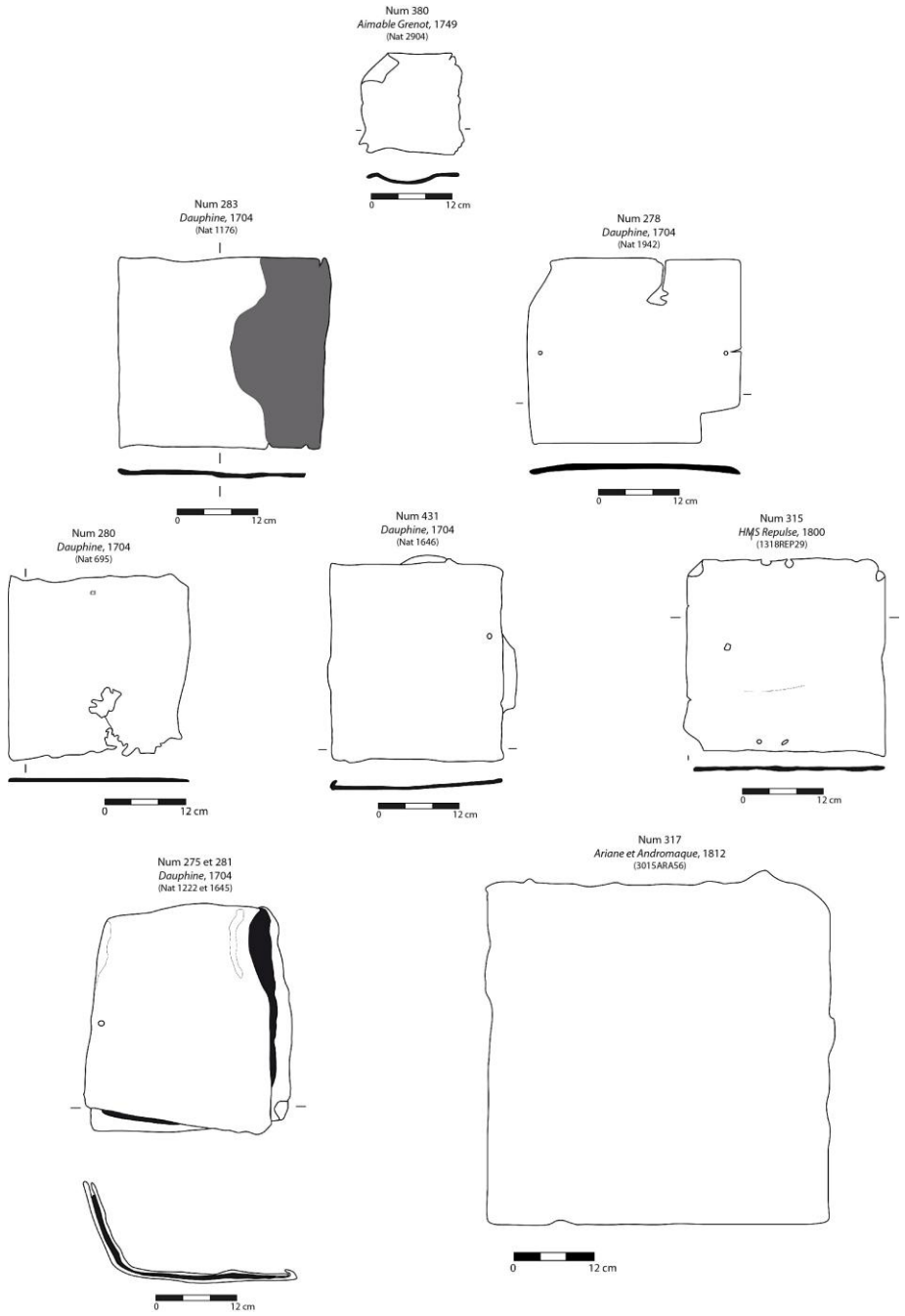
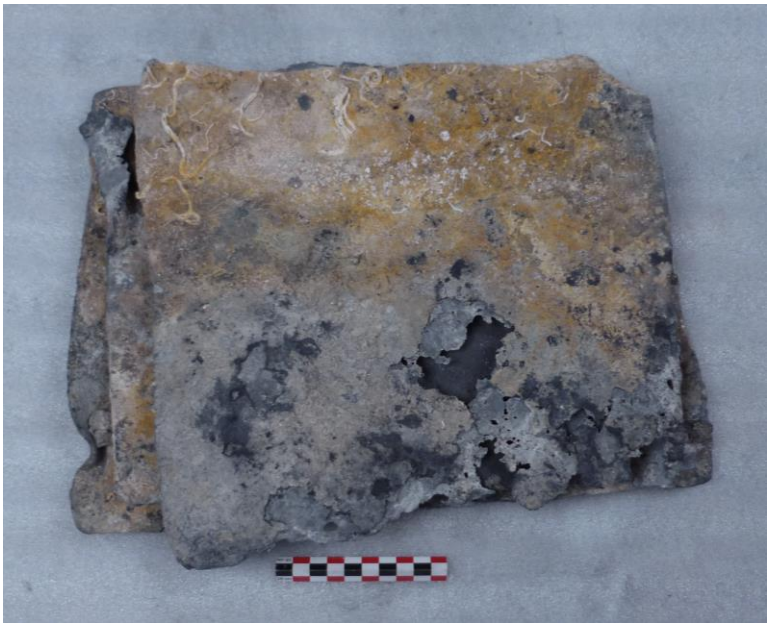


Figure 207 : Planche morphologique présentant les feuilles de plomb identifiées comme réserves à bord (composition et dessins personnels)

De plus, les deux autres modules cohabitent au XVIIIe siècle et sont attestés sur les mêmes navires. Ainsi, on trouve sur la *Dauphine* ou sur *L'Aimable Grenot* à la fois des feuilles d'un pied carré mais aussi des plus artefacts plus petits, d'un demi-pied carré. Cette attestation va dans le sens de la mention, dans le dictionnaire de marine de Lemetheyer du XIXe siècle (cf 2.4.2), de la présence conjointe de plusieurs modules de plaques de plomb à la disposition du calfat, sans toutefois qu'y soient précisées leurs dimensions respectives.

L'hypothèse la plus probable est la coexistence de plusieurs modules de feuilles de plomb, permettant de répondre le plus adéquatement aux divers besoins du calfat, le plus grand module étant bien évidemment le plomb en table lui-même. Ces feuilles, plaques de plomb ou pelardeaux, quadrangulaires étaient tenues prêtes à l'emploi par le calfat, notamment par la présence d'étoupe, sur la face destinée à être en contact avec la coque. Cette situation, décrite dans les définitions relevées dans les dictionnaires de marine (cf 2.4.3.), apparait bien au demeurant sur certaines des plaques de plomb inventoriées comme éléments de réserve dans notre corpus.

C'est le cas du lot de plaques de plomb trouvé sur la frégate royale corsaire la *Dauphine*, naufragée en 1704 à l'entrée de Saint-Malo. Ces quatre plaques quadrangulaires ont été retrouvées empilées les unes sur les autres et une épaisse matière organique noire a été mise au jour entre chacune d'entre elles (FIGURE 208). Cette couche, composée de brai et de restes de cordage de chanvre a été identifiée comme de l'étoupe lors de la découverte de l'objet, mais elle n'est aujourd'hui plus visible sur les vestiges archéologiques car elle semble avoir totalement séché.



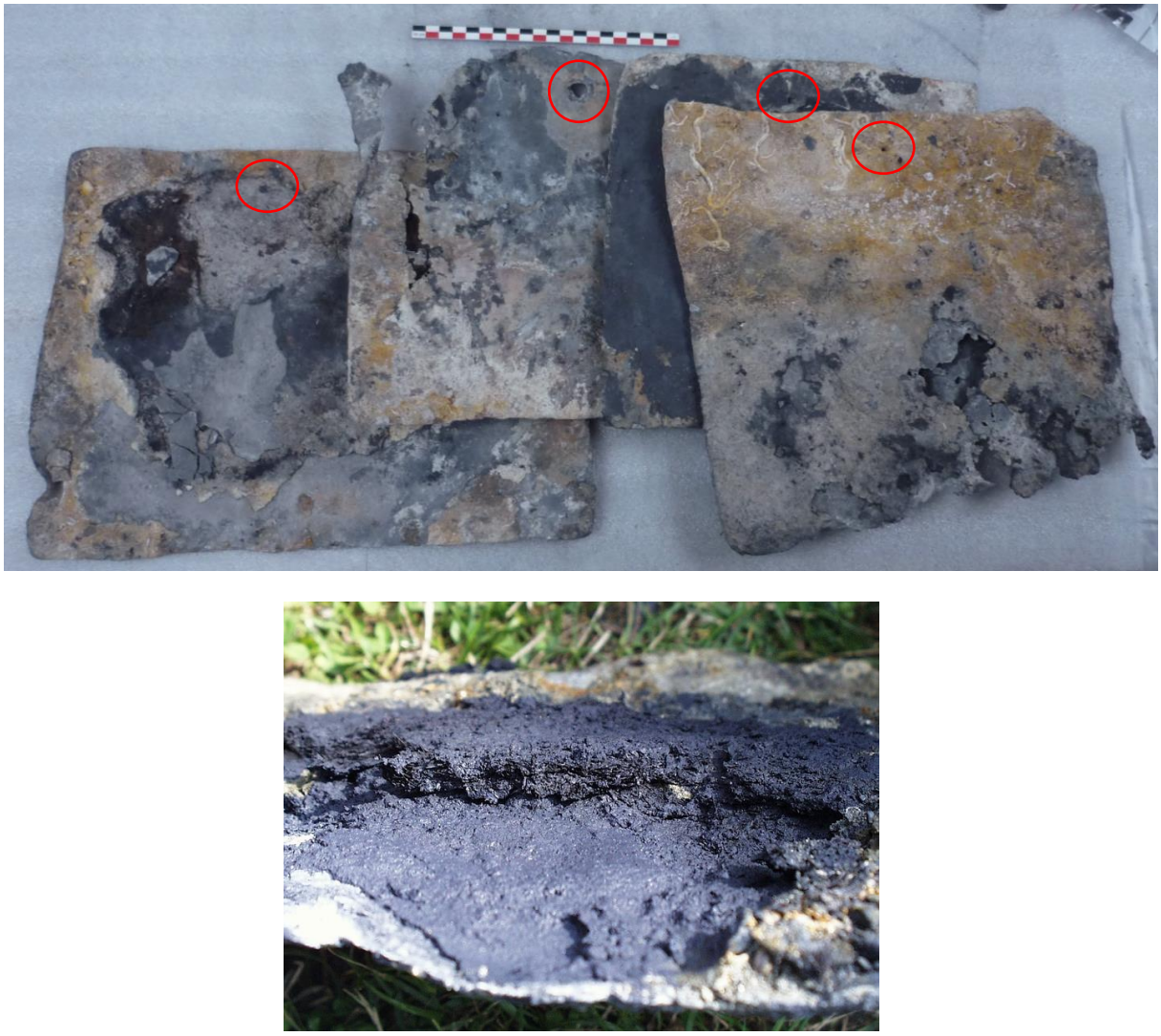


Figure 208 : Lot de quatre feuilles de plomb préparées à l'aide d'étoupe et servant de réserve au calfat sur la *Dauphine*, 1704, Num 280 ou Nat 695 (photos M. Veyrat et E. Veyrat)

Afin d'en étudier tous les détails, ces plaques ont été séparées provisoirement lors de leur observation. C'est à ce moment-là qu'il a été possible de mettre en évidence la présence d'un petit trou rectangulaire (de 0,1 cm de large environ) sur l'un des bords de chacune de ces feuilles. Ces trous ont été isolés par un cercle rouge sur la photo jointe ci-dessus. La présence de tels orifices pourrait avoir servi au passage d'une fine cordelette permettant de relier les plaques de plomb, et de les maintenir ainsi stockées ensemble plus aisément lors de la navigation. Un tel dispositif devait permettre en outre au calfat de pouvoir les transporter d'un bout à l'autre du navire pour réaliser ses réparations. Certains textes, déjà cités, évoquaient également l'usage de feuilles de plomb percées pour permettre au calfat de les suspendre et de les faire glisser le long de la coque jusqu'à atteindre la voie d'eau à boucher[372].

Cependant, l'hypothèse d'un perçage systématique de ces pelardeaux n'est à ce jour pas totalement confirmée car ces trous n'ont pas été mis en évidence sur la totalité des plaques et

[372] Se référer à la définition de plaques de plomb fournies par le dictionnaire de marine de Gruss, déjà cité au chapitre 2.4.2.

certaines plaques présentent plus d'un trou sur leurs bords, comme celle inventoriée sous le numéro 278 par exemple. Or, comme nous le verrons par la suite, ce module de feuille de plomb quadrangulaire, d'environ un pied carré, et possédant deux trous se faisant face correspond également à ce que les sources écrites nomment « couvre-lumière » servant au service du canon. Seules la présence de fentes sur un troisième bord, d'un potentiel galbe de la feuille et bien évidemment l'association *in situ* avec un canon peuvent permettre d'identifier les couvres-lumières parmi les plaques de plomb quadrangulaires trouvées sur une épave. Il serait donc possible qu'un seul type de feuilles de plomb, découpées dans des plombs en tables coulés ou laminés, ait existé pour être ensuite adapté aux divers usages du bord : calfatage, service du canon… Cette pratique semble cohérente avec la recherche de rentabilité et de standardisation des productions qui animait l'ensemble des artisans de l'époque et très certainement partagée par les plombiers.

Il faut enfin ajouter à ce propos que l'auteur Bourde de Villehuet, dans son ouvrage intitulé *Le Manœuvrier* de 1832 évoque quant à lui la présence de perforations sur les plaques de plomb de réserve du calfat afin de faciliter leur futur clouage : « *il tiendra, parés, des tapons de bois, bouchons et pelotes d'étoupe, suif et cendres, des plaques de plomb garnies et percées pour les clouer* ». Or, d'après ce que nous avons pu voir de la répartition des clous sur ces feuilles de plomb, il ne semble pas, hormis peut-être le numéro 274, que ces dernières aient été perforées pour pouvoir être clouées plus aisément. En effet, les feuilles sont habituellement couvertes de clous, or ici, seuls un ou deux trous au maximum ont généralement été observés. Reste néanmoins que la présence d'un unique trou placé le long de l'un des bords peut permettre au calfat, non seulement de regrouper et de manipuler ses plaques, mais aussi peut-être de faciliter sa tâche en les suspendant temporairement par un clou lors de la mise en place sur la coque, avant que de les clouer méthodiquement à la charpente.

Si l'on résume donc les données établies au cours de cette recherche, nous savons que le calfat avait à sa disposition des rouleaux de plomb en table servant de matière première à découper et à retravailler directement sur place, mais aussi des feuilles de plomb standardisées et tenues prêtes à l'emploi. Ces feuilles et rouleaux pouvaient au besoin être redécoupés en bandes ou autre forme pour s'adapter à toutes les morphologies du bord.

Les archéologues peuvent parfois remarquer ces équipements encore associés *in situ*, témoignant ainsi de leur stockage en un lieu unique, et de leur utilisation par un membred'équipage au rôle bien défini. C'est notamment le cas de l'épave de la *Dauphine* (1704). En effet, à l'avant de cette frégate, les feuilles présentées ci-dessus (entourées en vert) ont été retrouvées non loin d'un plomb en table (entouré en orange) et d'autres instruments destinés au calfat (FIGURE 209).



Figure 209 : Ustensiles du calfat découverts dans le carré H23 sur l'épave de la *Dauphine*, 1704. Au premier plan, outil en plomb emmanché Nat 141,lot de feuilles de plomb préparées avec étoupe Nat 695, casier Nat 113, et plomb en table Nat 411 (photo F. Osada, NAT99_SM0007)

Le calfat pouvait donc utiliser l'un de ces modèles de feuille de plomb pour doubler totalement le navire ou n'en renforcer que certaines parties fragiles ou détériorées. La gravure de Morel Fatio reproduite ci-dessous est la seule illustration à notre connaissance montrant le travail du calfat en pleine mer. Elle est particulièrement précieuse car elle représente à la fois la manière dont le calfat pouvait travailler, mais également le mode de clouage des feuilles apposées sur la coque (FIGURE 210).

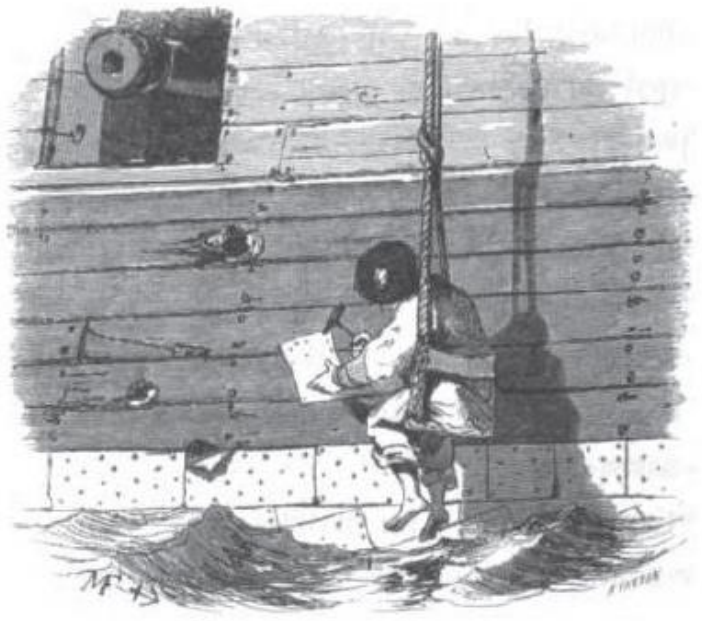


Figure 210 : Calfat en train de réparer une voie d'eau, pendu par sa selle de calfat par-dessus bord. On note la présence de renfort de feuilles métallique sur la ligne de flottaison (Fatio dans Pacini, 1843, p. 122)

Compte tenu de la datation de cette gravure, on peut penser que le doublage de feuilles métalliques visible à la flottaison du navire est réalisé en cuivre, et non en plomb. On constate que ce doublage présente deux orientations différentes : les feuilles les plus hautes sont juxtaposées pour former une bande horizontale, tandis que celles visibles sous la flottaison paraissentfixées de biais sur la coque. Le mode de clouage semble quant à lui similaire à celui relevé sur les doublages de plomb.

Le calfat, est quant à lui suspendu au-dessus de la mer, grâce à une sorte de nacelle[373], et est en pleine réparation d'une voie d'eau dans la coque. Il emploie pour cela une autre feuille de métal quadrangulaire qu'il cloue directement sur la coque. Nous ne sommes pas en mesure d'établir si de l'étoupe est présente entre le plomb et le bois mais nous pouvons noter que les dimensions de cette feuille sont approximativement les mêmes que celles vues sur l'épave de la *Dauphine* et étudiées précédemment.

➔ Clous à plomb

L'ensemble de ces feuilles ou bandes de plomb est fixé grâce à des clous spécifiques, nommés « clous à plomb » dans tous les traités de navigation et dictionnaires de marine (cf dictionnaire dans le volume II). Ces clous sont également mentionnés dans certains inventaires d'armement, au titre de l'équipement du maitre calfat. À leur lecture, on constate d'ailleurs l'importance des quantités de ce type de clous dans l'armement des navires (FIGURE 211). Avec les clous de pompe, il s'agit du type le plus nombreux à bord.

[373] L'unique description du mode de suspension du calfat par-dessus bord nous est donnée par l'ouvrage Le Manœuvrier rédigé par Bourde de Villehuet en 1832 : « *le maître calfat, après avoir bien garni, éprouvé et visité toutes les pompes, avec les rechanges, mettra des cordages au dehors, tout autour du vaisseau et au-dessus de l'eau, arrêtés avec des crampes pour s'y suspendre au besoin, avec une ceinture […]* ». Cet aménagement ressemble d'ailleurs fortement aux « balancelles » utilisées sur les bateaux à voile pour mater en tête de mat actuellement.

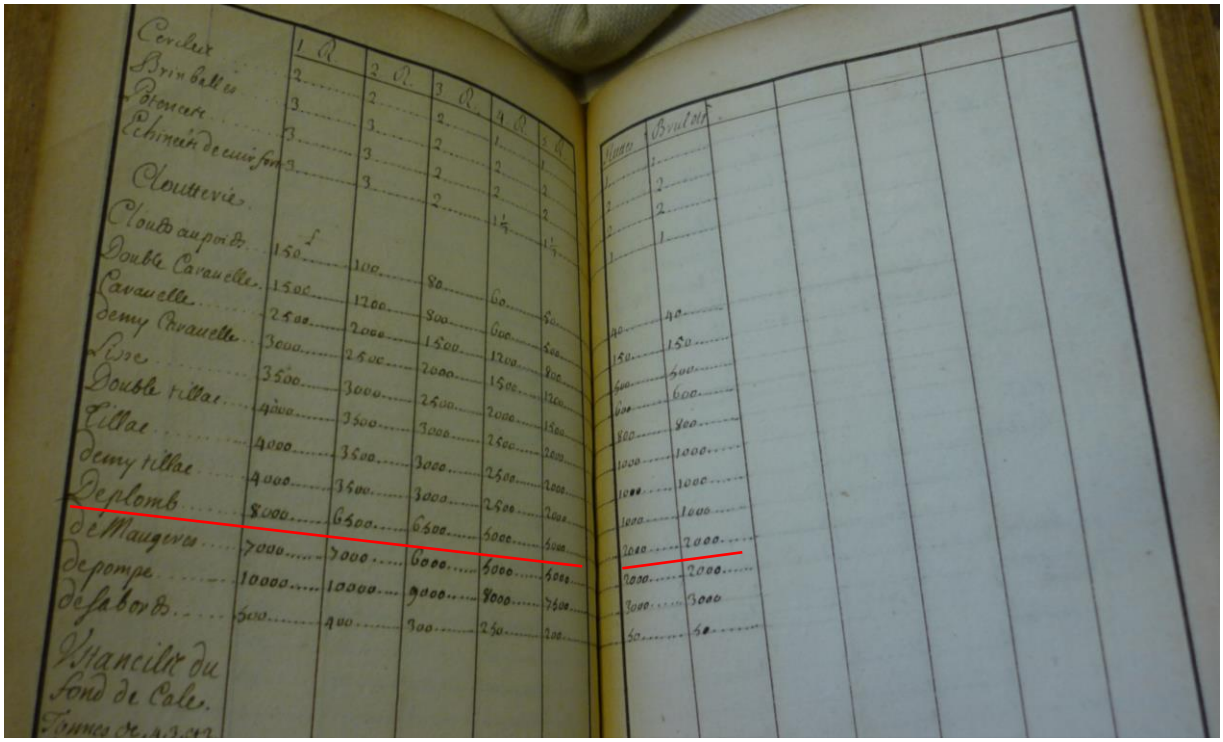


Figure 211 : Recueil consacré à la construction navale et à la navigation, rédigé autour de 1690 : quantité en livres de clous à plomb embarqués suivant le rang du vaisseau (SHD Vincennes, MS 158A, 1690, folio 224v)

Cette archive ne traite bien évidemment que des vaisseaux royaux mais on pourrait envisager d'étendre ces quantités aux navires de même tonnage armés par des particuliers.

Ces clous si spécifiques sont en cuivre, de section carrée mesurant de 0,2 à 0,6 cm de largeur et possédant une tête circulaire dont le diamètre évolue de 0,8 à 1,5 cm, pour 1 cm en moyenne, et dont la pointe mesure 2 à 4 cm de long (FIGURE 212). Les données documentaires et archéologiques sont en parfaite adéquation puisque rappelons le nous avions établi d'après les dictionnaires de marine et les traités de navigation les dimensions suivantes pour ce type de clous : 9 à 12 lignes de long pour une ligne de large (soit 2 à 2,7 cm de long pour 0,2 de large).



Figure 212 : clous à plomb, utilisés pour fixer le doublage en plomb sur l'épave du *Coureur*, 1821, ile Maurice (photos M. Veyrat, Musée Maritime de Mahebourg)

Aucune évolution des types de clous employés n'est apparue au cours de cette recherche. Ainsi, leur morphologie et leurs dimensions semblent avoir été constantes et seul le matériau

employé a pu, exceptionnellement, ne pas être du cuivre mais du fer. Toutefois, il s'agit de cas particulièrement exceptionnels. Ces clous ont été utilisés par les calfats pour fixer n'importe quelle feuille de plomb à bord, allant du doublage externe ou interne de la coque elle-même en passant par le revêtement des écubiers, des contenants ou encore des dalots de pont. Ils sont assez fréquemment retrouvés encore en place sur les feuilles ou les dalots de plomb.

Le renfort de la coque des navires par du plomb, qu'il soit total ou partiel, a donc existé tout au long de la période étudiée ici et représentait d'importants enjeux économiques et technologiques. De plus, cet usage impliquait des volumes conséquents embarqués comme réserves à bord, mais aussi des masses non négligeables placées directement sur la coque du navire. L'influence de telles masses sur l'enfoncement d'un navire dans l'eau, sa capacité de charge ou encore sa manœuvrabilité (résistance aux frottements de l'eau etc.) ne peut donc être minimisée. Dans la majorité des épaves retrouvées actuellement, le renfort des coques était ponctuel mais comme nous l'avons vu, il peut couvrir une grande superficie de la coque. Or, malgré les masses engendrées, ces vestiges archéologiques ne sont bien souvent pas pris en compte lors du calcul du poids à vide du navire ou encore lors de sa restitution 3D. Il serait donc intéressant à l'avenir, d'estimer systématiquement la superficie et le volume représenté par ces renforts de plomb, afin de pouvoir restituer au plus près l'architecture générale et la marche du navire.

4.2.2. Chaudrons de pompe

L'étanchéité d'un navire est donc assurée par la construction de la coque elle-même, son calfatage mais aussi par l'ensemble du plomb inséré dans son architecture : sur la coque et dans le navire lui-même.
Toutefois, le maintien du navire à flot se fait également par l'évacuation de toutes les eaux qui s'infiltrent dans le navire. En effet, en dehors des voies d'eau exceptionnelles, le navire est soumis en permanence à des déversements d'eau sur ses ponts par les pluies ou les déferlantes pouvant s'y écraser. L'enjeu vital est donc d'être en mesure d'évacuer ces surplus liquides. Pour y parvenir, deux outils complémentaires sont installés systématiquement sur les navires lors de leur construction. Il s'agit d'une part de pompes de cale et d'autre part de tuyaux d'évacuation nommés dalots.

Nous ne rentrerons pas ici dans l'analyse des divers types de pompe ayant existé dans la marine entre le XVIe et le XIXe siècle, toutefois nous nous devons d'expliciter rapidement leur fonctionnement puisque deux éléments en plomb spécifiques entrent dans leur composition, à savoir le chaudron de pompe et le lest de clapet de chopine[374]. La pompe est

[374] Sur ce sujet, la maitrise rédigée par Thierry Boyer en 2008 apporte toutes les informations nécessaires. Les lests en plomb des clapets de chopine sont bien souvent confondus avec des talons de chaussure tant leur taille est réduite.

une structure composée de multiples éléments de bois et de métal, actionnée à la main et elle fonctionne suivant le principe d'un appel d'air créant une dépression pour réaliser une aspiration ou une compression. Cette dernière aspire l'eau, lui permettant ainsi de remonter dans le tuyau. Puis l'eau est poussée et expulsée dans un conduit, ou dalle, jusqu'aux dalots où elle se déverse hors de la coque.
L'élément en plomb intervient dans cette structure afin de filtrer l'eau aspirée. En effet, il s'agit d'une plaque de plomb percée qui se place à la base du tuyau d'aspiration afin de retenir toutes les particules qui pourraient venir obstruer la pompe (FIGURE 213)[375]. La base du tuyau de pompe en bois est bien souvent échancrée par des trous en forme d'arches, nommés niffles (FIGURE 214), afin de laisser passer l'eau plus facilement. Celles-ci coïncident avec les perforations de la feuille de plomb qui les recouvre.
Le maintien des capacités d'aspiration est fondamental pour assurer la survie quotidienne du navire, et encore plus lors d'une avarie.

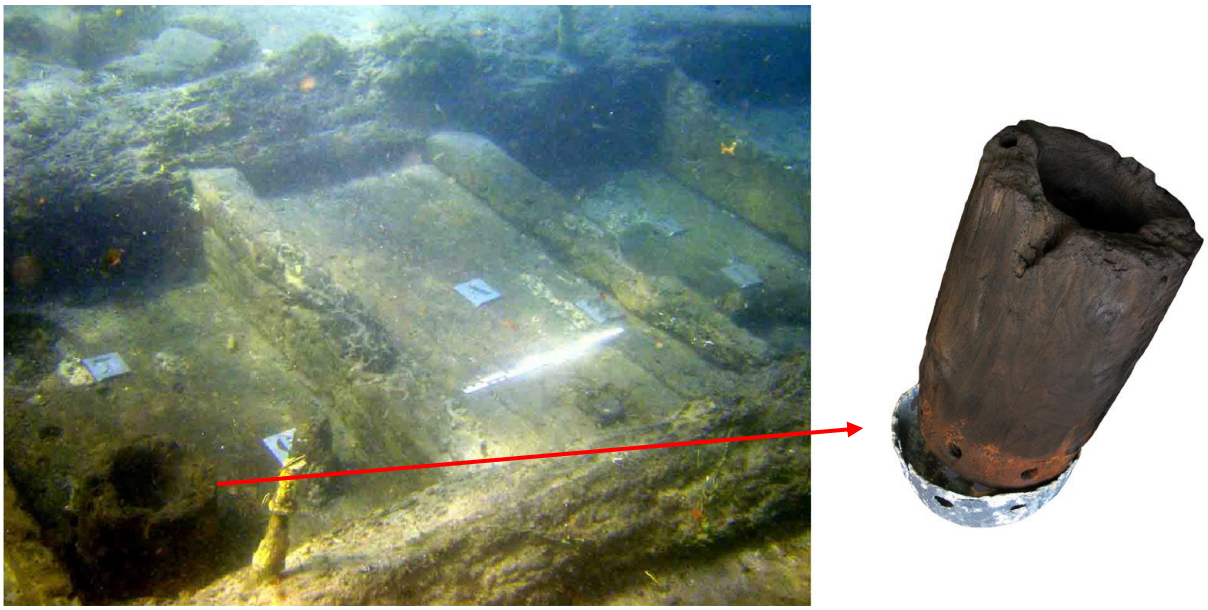


Figure 213 : Chaudron de pompe positionné sur la base du tuyau de pompe de cale, épave supposée de la *Loire*, 1809, site d'Anse à la Barque, Guadeloupe (photos P. Villé et J. S. Guibert)

[375] Ce chaudron provient de l'épave supposée de la *Seine* ou de la *Loire*, découverte en Martinique et naufragée au tout début du XVIIIe siècle. Toutefois bien que particulièrement précieuse puisqu'il s'agit d'un des rares exemples d'une crépine encore positionnée sur son tuyau, celle-ci n'a pas été inventoriée dans notre base de données car nous n'en avons eu connaissance que très peu de temps avant de conclure ce travail.

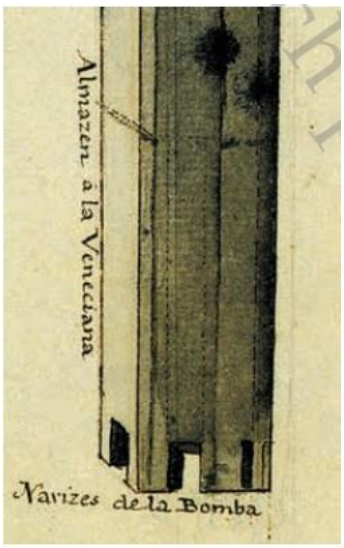


Figure 214 : Niffles situées sur la base d'un tuyau de pompe (dessin Juan José Navarro, *Album del Marques de la Victoria*, 1719-1756 dans Boyer, 2008, fig. 2.2.13, p. 32)

Cette feuille de plomb percée est ce que les sources écrites nomment un « chaudron de pompe » ou un « chauderon » pour les orthographes les plus anciennes. De nos jours, cet élément est souvent nommé crépine[376]. Comme nous l'avions vu, l'appellation historique semble provenir originellement de la forme circulaire de cette plaque de plomb, repliée comme un chaudron de cuisine (cf 2.4.7. FIGURE 81). Toutefois, l'ouvrage rédigé par Boudriot en 1977, intitulé le Vaisseau de 74 canons, évoque une appellation totalement inconnue dans le reste de la documentation, à savoir un « crapaud ». Il précise que ce nom s'emploie à Brest ; il pourrait donc s'agir uniquement d'une spécificité locale : « *La partie basse de la pompe est travaillée en tronc de cône renversé et découpée par quatre goujures ou nifles pour donner plus d'accès à l'eau. Toute cette extrémité est recouverte de plomb percé de trous. Cette sorte de passoire est dénommée crapaud à Brest et chaudron à Rochefort* »[377].
Certains dictionnaires mentionnent aussi l'usage du cuivre pour réaliser ces éléments mais à ce jour, aucun artefact réalisé avec ce matériau n'a pu être découvert.

Si les dictionnaires citent unanimement l'importance de cet élément façonné en feuille de plomb perrforée, sa morphologie exacte n'est quant à elle jamais fournie, à l'exception du petit dessin publié en 1702 dans le *Dictionnaire de la Marine* de Nicolas Aubin déjà présenté.

A ce stade, 11 feuilles de plomb percées sur toute leur surface, par des trous au diamètre trop important pour être des trous de fixation, ont pu être inventoriées comme relevant de cette fonction (TABLEAU 31 infra). Le groupe constitué ici est particulièrement hétérogène morphologiquement (FIGURE 215). Nous pouvons distinguer quatre grandes variantes suivant que la feuille de plomb centrale ait une forme circulaire ou carrée, et selon que le

[376] L'ensemble des définitions de ce terme apparait dans le dictionnaire chronologique présenté dans le volume II de cette thèse et l'évolution chronologique des appellations a été présentée au chapitre 2.4.7 de ce volume.
[377] BOUDRIOT 1977, Tome 2, p. 145.

chaudron possède ou non des « pattes » de fixation, c'est-à-dire des bandes de plomb situées aux quatre angles de la feuille centrale. Ces pattes se replient sur le tuyau d'aspiration de la pompe de façon à maintenir le chaudron en place. On constate également sur cette planche que les pattes peuvent prendre différentes formes : triangulaires pointues ou rectangulaires.

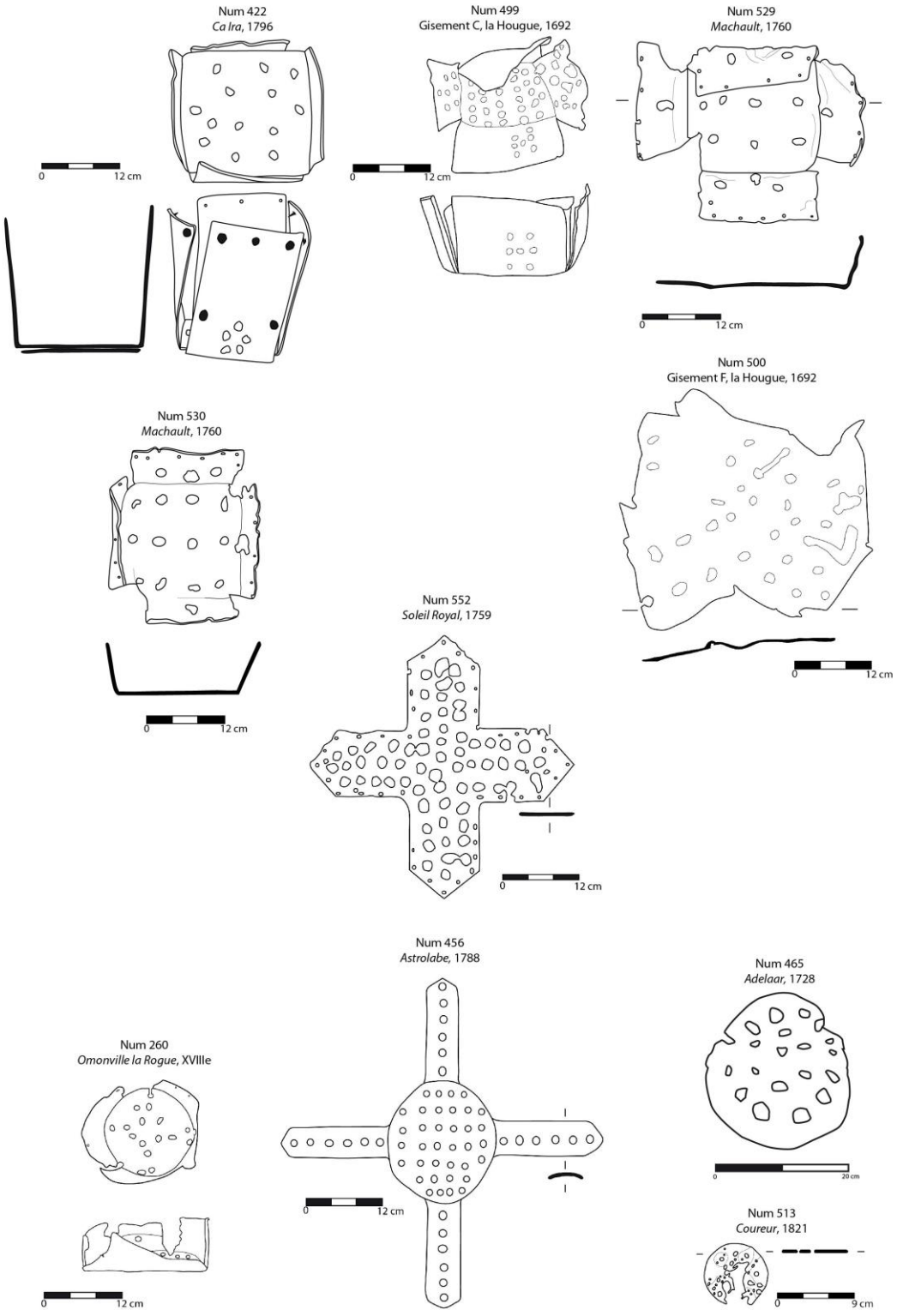


Figure 215 : Planche morphologique des chaudrons de pompe inventoriés (dessins personnels)

L'unique illustration retrouvée à ce jour, insérée dans le dictionnaire de marine d'Aubin, pourrait correspondre à la référence faite par les auteurs à la forme de chaudron puisqu'elle est parfaitement circulaire, sans patte et a des bords relevés (FIGURE 87 supra).

Plusieurs exemples archéologiques présentant cette morphologie générale ont été découverts mais seuls deux d'entre eux semblent pouvoir être identifiés comme un chaudron de pompe de manière assurée. Le premier provient d'une épave située à Anse à la Barque en Guadeloupe, dont l'identification supposée est la flûte la *Loire*, coulée en 1809. Sa morphologie et sa position, encore en lien avec le tuyau de pompe de cale, ne laissent aucun doute sur cette interprétation (FIGURES 213 et 216).



Figure 216 : Chaudron de pompe circulaire près du pied de la pompe et détail, la *Loire*, 1809, Anse de la Barque, Guadeloupe (photos Bernard Vincens)

On note sur cette photographique que le chaudron présente bien cette forme circulaire mais est échancré en quatre endroits pour former des pattes verticales rectangulaires, avec deux trous d'aspiration sur chacune d'entre elles. Il s'agit donc d'une légère variante morphologique par rapport au dessin fourni par Aubin.
Un second élément particulièrement ressemblant au dessin d'Aubin, même si un peu moins bombé, provient du site de la *Sainte Dorothéa* naufragée en 1693 (FIGURE 217). Toutefois, cet élément a été découvert inséré dans une jarre sur l'épave. Il ne peut s'agir d'un chaudron de pompe et il faut plutôt le considérer comme un filtre pour des aliments en saumure ou un liquide quelconque contenu dans la jarre.



Figure 217 : Filtre en plomb de la jarre de la *Sainte Dorothéa*, 1693, Num 565 (photo M. Veyrat)

Ainsi, il est intéressant de constater que cet élément, pourtant parfaitement similaire à la définition fournie pour les chaudrons de pompe ne peut être assimilé en tant que tel. La réalité archéologique est donc plus complexe puisque, pour une même forme, plusieurs identifications fonctionnelles peuvent être envisagées. Le contexte de découverte de l'objet sera d'autant plus important pour caractériser sa fonction première.

Le deuxième exemplaire assuré provient donc quant à lui de l'épave de l'*Adelaar*, naufragée en Ecosse au siècle suivant, en 1728, et on remarque à quel point il est très similaire au précédent même si une partie de la feuille est déformée (FIGURE 218). L'unique différence visible réside dans l'absence de pattes de fixation. Les bords étant lisses, il ne semble en effet pas possible d'imaginer d'anciennes pattes aujourd'hui arrachées.



Figure 218 : Chaudron de pompe découvert sur l'*Adelaar*, Ecosse, 1728, Num 465 (photo par Colin)

Enfin, le dernier exemple, plus tardif, est soumis à de nombreux doutes sur son identification tant ses dimensions sont réduites, environ 6 cm de diamètre. Il s'agit d'un disque en plomb percé à de multiples reprises, découvert sur l'épave du *Coureur*, navire naufragé sur les côtes mauriciennes en 1821 (FIGURE 219). Hormis sa très grande ressemblance morphologique

avec l'artefact de l'*Adelaar*, nous ne pouvons affirmer qu'il s'agisse bien d'une crépine et non d'un simple filtre utilisé pour un autre élément du bord tel qu'un petit conduit ou contenant.



Figure 219 : Disque en plomb percé découvert sur le *Coureur*, 1821, Num 513 (photo M. Veyrat)

Sur les deux chaudrons circulaires attestés, avec ou sans pattes, on ne constate aucun trou lié à des traces de clous de fixation. Il faut donc imaginer que ces feuilles de plomb aient plutôt été insérées et coinçées sous le tuyau de la pompe, sans être fixées directement sur le bois.

Cette forme de feuille circulaire peut également être retrouvée accompagnée de pattes de fixation très dessinées. Celles-ci peuvent avoir deux morphologies différentes à savoir, rectangulaires comme sur l'exemplaire provenant du site de l'épave d'Omonville la Rogue datant du XVIIIe siècle (FIGURE 220 a) ou bien présentant une forme allongée, terminée par une pointe triangulaire. L'artefact découvert sur *L'Astrolabe*, naufragée à Vanikoro en 1788 l'illustre parfaitement (FIGURE 220 b).

a) 

b) 

Figure 220 : Chaudrons de pompes circulaires présentant, a) des pattes rectangulaires pour Omonville-la-Rogue, XVIIIe, Num 260 et b) allongées aux extrémités triangulaires sur *L'Astrolabe*, 1788, Num 1788 (photos base de données Atlas, Adramar et T. Seguin)

Sur ces deux artefacts des trous d'aspiration sont également présents sur les pattes ce qui suggère une fixation sur un élément immergé, dans lequel de l'eau peut circuler. La présence de nifles, attestées sur certaines pompes, pourrait permettre de laisser circuler plus d'eau jusqu'au niveau des pattes. Des perforations plus petites, de forme plus ou moins carrée, sont également visibles sur ces pattes et elles peuvent être interprétées comme les traces des clous à plomb ayant servis à fixer le chaudron sur la pompe.

La quatrième morphologie mise en lumière dans ce corpus consiste en une feuille centrale carrée, entourée par des pattes rectangulaires. Toutefois, il est possible de distinguer dans ce groupe les artefacts ayant été réalisés dans une seule pièce de plomb de ceux assemblés par plusieurs feuilles (FIGURE 215 supra).

Les premiers sont les plus nombreux, ils présentent de multiples trous sur leur zone centrale ainsi que sur deux de leurs pattes, mais ils possèdent des perforations très différentes et mal dessinées sur leurs deux pattes restantes (FIGURE 221)[378]. Sur les exemplaires provenant du *Machault*, un seul trou unique et très large apparait tandis que sur celui de l'épave C de la Hougue, on constate la présence de nombreux trous très larges cette fois encore. Nous ne pouvons à ce jour établir pourquoi les perforations ne sont pas uniformes sur l'ensemble de la feuille de plomb. Les pattes ont été créées par repli de la feuille car visuellement aucune soudure n'apparait. On note également des trous laissés par les clous de fixation sur les quatre pattes du chaudron.

[378] Cette morphologie se retrouve sur quatre éléments. Les deux chaudrons du *Machault* présentés ci-dessus, mais aussi deux chaudrons provenant des épaves de la bataille de la Hougue, les épaves C et E, naufragées en 1692.



Figure 221 : Haut : Chaudrons de pompe découverts sur le *Machault*, 1760, Num 529 et 530. Bas : exemplaire provenant de l'épave C des épaves de la Hougue, 1692, Num 499 (photos M. Veyrat)

Le chaudron de pompe provenant de l'épave du *Ca Ira*, coulée en Corse en 1796, présente cette même morphologie générale mais a été quant à lui constitué par la superposition de deux feuilles de plomb, orientées à 90° l'une de l'autre (FIGURE 222).



Figure 222 : Chaudron de pompe provenant de l'épave du *Ca Ira*, 1796, Num 422 (photo M. Veyrat

Les trous d'aspiration présents au centre du chaudron (0,5 cm de diamètre environ) ne sont pas parfaitement circulaires et ne possèdent pas tous le même diamètre, toutefois leurs

emplacements coïncident parfaitement sur les deux feuilles. Ainsi, il est probable que ces feuilles aient été perforées une fois qu'elles avaient été positionnées l'une sur l'autre. Des trous d'aspiration sont également présents vers la base des pattes de fixation. Sur le tour des pattes on note à la fois des perforations liées à la fixation du chaudron (0,1 cm environ) mais aussi quelques clous encore visibles. Ces derniers sont en cuivre, à la tête circulaire de près d'un centimètre de diamètre, leur section est carrée et leur longueur mesure environ 2 cm de long. Ils correspondent donc en tous points à la description des clous à plomb, nommés aussi clous à pompe lorsqu'ils sont destinés à cet usage spécifique.

Enfin, la dernière morphologie repérable dans ce corpus est représentée par un unique artefact. Il s'agit d'une feuille carrée, découpée pour former quatre pattes allongées dont les extrémités sont triangulaires (FIGURE 223). Cet élément a été mis au jour sur le vaisseau du *Soleil Royal*, naufragé en 1759. Cette morphologie ressemble globalement à celle du chaudron de *L'Astrolabe* mais elle a été distinguée car sa partie centrale n'est pas circulaire.

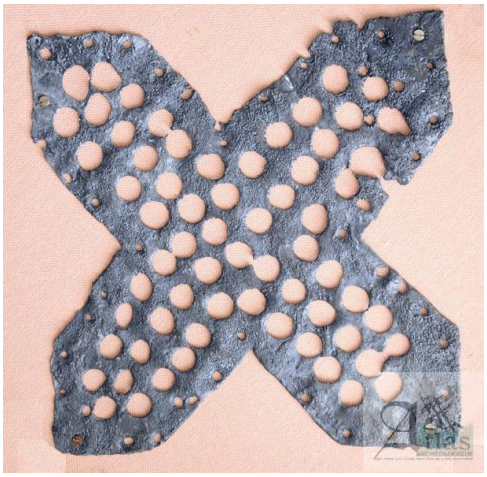


Figure 223 : Chaudron de pompe réalisé dans une seule feuille de plomb, avec des pattes triangulaires, issue du *Soleil Royal*, 1759, Num 552. (photo base Atlas ADRAMAR)

Ce chaudron est parfaitement plat, toutefois nous ne pouvons affirmer que cette forme ne résulte pas d'un aplatissement lors du naufrage, voire plus probablement d'une action délibérée lors de la manipulation et/ou restauration de l'objet. En effet, il semble peu probable que cette pièce ait pu être utilisée sur un tuyau de pompe sous cette forme.

Ces différentes morphologies traduisent la très grande variété de pompes pouvant être employées sur un navire entre le XVIIIe et le XIX siècle. Toutefois, hormis l'exemplaire provenant de la *Loire* supposée, aucune découverte de ces artefacts, encore en place sur le tuyau de pompe associé, n'a encore été faite, ce qui ne permet pas de restituer parfaitement leur positionnement et leur fixation. Si l'on répertorie ces artefacts suivant leurs datations et leur morphologie, aucune évolution chronologique ne semble apparaitre car plusieurs d'entre elles coexistent au XVIIIe siècle notamment (TABLEAU 31)[379]. Toutefois, la concentration des vestiges datant du XVIIIe siècle ne permet pas encore d'avoir une vision claire de ce

[379] Sur le tableau présenté ici, les éléments pour lesquels la fonction de chaudron n'a pu être établie de manière certaine apparaissent en bleu.

processus. L'archéologue Thierry Boyer, dans sa maitrise sur les pompes de cale du *Machaut*[380], évoque lui aussi cette diversité des formes de pompe sans repérer d'évolution chronologique. Il envisage plutôt des morphologies et des sophistications liées à la qualité de construction du navire et non à sa datation. Cette diversité morphologique suppose donc que chaque chaudron de pompe ait été conçu spécifiquement pour s'adapter au tuyau de pompe qu'il recouvre.

Morphologie	XVIIe	XVIIIe	XIXe
Feuille centrale circulaire sans pattes		*Adelaar* (1728)	*Coureur* (1821)
Feuille centrale circulaire avec pattes rectangulaires		Omonville la Rogue XVIIIe	Anse à la Barque, *Loire* supposée (1809)
Feuille centrale circulaire avec pattes allongées à terminaison triangulaire		*Astrolabe* (1788)	
Feuille centrale carrée avec pattes rectangulaires	La Hougue, gisement C et H (1692)	*Ca Ira* (1796) *Machault* (1760)	
Feuille centrale carrée avec pattes allongées à terminaison triangulaire		*Soleil Royal* (1759)	

Tableau 31 : Recensement des chaudrons de pompe suivant leur morphologie et leur datation (réalisation personnelle)

Si l'on s'intéresse maintenant au sens des perforations de ces artefacts il est frappant de constater qu'il est le même partout. Il est en effet possible de repérer visuellement le sens d'enfoncement de l'outil employé pour percer le plomb car ce métal étant très malléable, une petite quantité de matière se replie du côté de la sortie de l'instrument. Ainsi, on constate que qu'elle que soit la morphologie du chaudron de pompe, le sens de perforation est rigoureusement enfoncé depuis l'extérieur de la courbure vers son centre. Ces perforations sont donc effectuées de façon à ce que le repli de matière autour des trous soit placé à l'intérieur du tuyau, dans le sens du passage de l'eau afin qu'il ne freine pas la circulation de l'eau en se bouchant avec des particules qui s'y attacheraient. Nous pouvons donc considérer que le sens de perforation traduise en réalité le sens du passage du liquide et donc, d'une manière induite, la position de la feuille de plomb percée lors de son fonctionnement. L'unique exemplaire présentant un sens inverse, soit un perçage depuis l'intérieur de la courbure vers l'extérieur, est celui de la *Sainte Dorothéa*, confirmant ainsi qu'il ne pouvait s'agir d'un chaudron de pompe mais plutôt d'un filtre de jarre.

[380] BOYER 2008

Ajoutons encore que l'ensemble des trous d'aspiration observés ici n'est jamais homogène tant du point de vue de leur dimension que dans leur forme imparfaitement circulaire. L'emploi d'un outil spécifique circulaire comme un poinçon peut donc avoir été en usage mais il devait être manié par frappes successives et mouvements rotatifs pour produire de telles variations. On pourrait aussi envisager l'usage d'outils non spécifiques comme des couteaux par exemple.

L'épaisseur des feuilles employées pour réaliser ces chaudrons n'est également pas standardisée puisqu'elle varie de 0,2 à 0,4 cm environ. Ces dimensions correspondent à environ une ligne ce qui témoigne de leur fabrication par découpe dans des tables de plomb coulées ou laminées. Il est d'ailleurs impossible de les distinguer à l'œil nu. Toutefois les replis des pattes ont quant à eux pu être réalisés par le simple martelage de la feuille.

En dépit de leurs grandes variations, l'ensemble de ces artefacts peut permettre aux archéologues d'évaluer les dimensions du tuyau de la pompe de cale si ce dernier n'est pas conservé, et ainsi, d'estimer les volumes d'eau pouvant être aspirés en une seule fois. Les dimensions de la zone centrale du chaudron correspondent en effet à celles du tuyau sur lequel il était fixé. Il s'agit de précieux indices sur l'aménagement interne du navire. De plus, les pompes de cale ayant été relativement bien décrites et étudiées[381] il pourrait être possible par ce biais de retrouver ensuite le type de pompe correspondant, témoignant ainsi d'une technique spécifique à une période ou à une zone géographique. La position du grand mât ou du mât d'artimon sur les plus grands vaisseaux peut également être déduite de celle du chaudron de pompe *in situ,* si le site archéologique n'a pas été trop perturbé en contexte post-enfouissement puisqu'il s'agit des emplacements habituels pour l'installation des pompes de cale[382]. La pesanteur et la bonne conservation du plomb en mer fait laisse espérer un grand nombre de découvertes archéologiques. Toutefois, le recensement des sites ayant livré des pompes mené par l'archéologue Thierry Boyer fait apparaitre des manques : des épaves sur lesquelles aucun chaudron n'était présent au pied du tuyau de pompe, comme sur la *Dauphine* par exemple. Ce résultat met en lumière une absence d'équipement systématique de la marine française en chaudrons de pompe entre le XVIIe et le XIXe siècle.
Enfin, signalons ici que la zone de la pompe de cale et celle du grand mât étant soumises à de fortes tensions pouvant altérer le calfatage du navire, il était courant de la protéger en la recouvrant de quelques plaques de plomb laminé[383].

[381] Le mémoire de Maitrise de Thierry Boyer sur les Pompes de cale du *Machault* est à ce titre particulièrement intéressant et sa bibliographie est très étayée, BOYER 2008.
[382] Deux pompes de cale étaient souvent installées de part et d'autre de l'axe de la quille afin d'être en mesure de fonctionner, quelque soit la gite du navire. Sur les vaisseaux les plus grands, il était d'usage de placer non pas deux mais quatre pompes de cale, aux quatre angles de l'archipompe.
[383] BOYER, cf supra.

4.2.3. Tuyaux de plomb

➔ Dalots

Une fois les eaux aspirées par les pompes, elles devaient ensuite être expulsées du navire ce qui se faisait au moyen d'ouvertures ménagées dans les parois de la coque. Les vagues tombant sur les ponts pouvaient s'évacuer immédiatement de la même manière. Ces conduits, pratiqués dans l'architecture du navire, étaient donc soumis à un usage intensif et les volumes d'eau y transitant quotidiennement particulièrement élevés. C'est pourquoi il était indispensable pour les marins de les renforcer, notamment par le recouvrement de leur paroi interne par du plomb, issu de plombs en table découpés ou coulé directement, afin de diminuer les risques d'infiltrations de l'eau dans le bois. Le nom de dalot est donné par les dictionnaires de marine à l'ensemble du conduit en bois et du tuyau de plomb qui y est inséré[384].

Afin que l'eau s'écoule au mieux, ces dalots sont orientés obliquement pour créer une pente artificielle (FIGURE 224). Le plomb est arrondi pour épouser au mieux les parois de ces conduits.

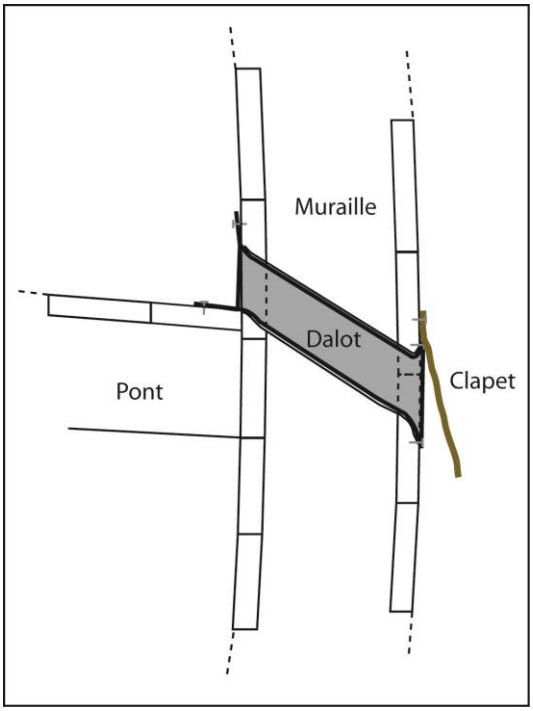


Figure 224 : Vue en coupe d'un dalot traversant la muraille d'un navire pour évacuer l'eau tombant sur le pont (Boyer, 2010, p. 37)

Des dalots sont mentionnés dans les productions de certains plombiers des arsenaux, toutefois, il ne parait pas envisageable que ces objets aient ensuite pu être installés s'ils possédaient déjà leurs deux collerettes de fixation dans leur position verticale. Si l'on tente

[384] Cette nommenclature historique et les données documentaires recensées ont été présentées au chapitre 2.4.7 de ce volume.

donc de restituer le mode d'implantation de ces tuyaux de plomb dans ces ouvertures, il est probable qu'au moins l'une des deux collerettes de fixation (FIGURE 226 infra) soit déjà présente sur le tuyau lors de son insertion car c'est grâce à cette collerette, clouée sur le bois, qu'il devait être possible de fixer le tuyau et ainsi, de l'empêcher de ressortir. Cette collerette pouvait être créée par la soudure d'une bande de plomb prédécoupée ou le martelage de l'extrémité du conduit de plomb suivant les cas. Le tuyau de plomb circulaire pouvait quant à lui être obtenu par coulée ou par martelage et soudure.

Il est probable que le tuyau ait été inséré par l'extérieur de la coque du navire, sa collerette fixée sur la coque à l'aide de clous à plomb (FIGURE 225), puis, au niveau du pont, le plombier ou le calfat suivant les situations, devait intervenir pour installer la deuxième collerette de fixation. Celle-ci pouvait être soudée sur l'extrémité visible du dalot, puis martelée afin qu'elle épouse les courbes du pont au plus près. Il est également possible d'envisager que cette deuxième collerette ait été formée par martelage et ouverture progressive de la feuille de plomb dépassant du conduit[385].
Enfin, elle aussi était fixée à l'aide de clous à plomb directement sur le pont. L'angle de cette collerette varie donc suivant celui de la zone sur laquelle elle était apposée (FIGURE 224 supra). Toutefois, il faut être vigilant lors de l'observation du mobilier car les plis peuvent également être dus à des compressions lors du naufrage du navire.



Figure 225 : Dalot découvert sur *L'Edmond Alix*, 1870, détail de la collerette de fixation ovale et des clous à plomb encore présents (photos M. Veyrat, Dépôt DRASSM SRA de Nantes)

Une troisième option serait que les tuyaux de plomb aient été produits par les plombiers sans aucune collerette et d'une longueur plus importante que celle du conduit dans lequel ils devaient s'insérer afin de faire dépasser du plomb de part et d'autre. Ce supplément de matière pouvant ensuite être replié par martelage sur la coque et sur le pont à l'autre extrémité. Seule une observation précise de chaque jonction tuyau-collerette peut permettre de répondre à ce questionnement technique. Or, bien souvent la présence d'une couche oxydée obstrue le repérage des traces de soudure potentielles.

[385] Cette technique de création d'une collerette par martelage d'une extrémié du tuyau a déjà été illustrée par l'une des réalisations des plombiers-fontainiers de Versailles.

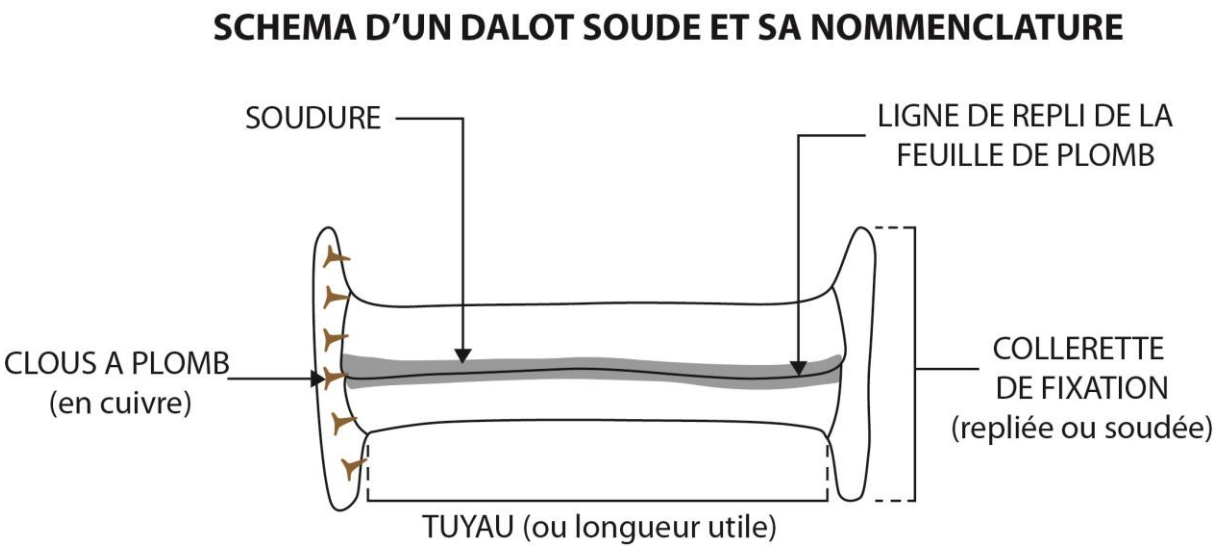


Figure 226 : Schéma d'un dalot soudé et sa nomenclature (réalisation personnelle)

Le schéma présenté ci-dessus est celui d'un tuyau créé par martelage progressif de la matière et fixé par une soudure recouvrant toute la ligne de contact des deux bords de la feuille. Les dalots créés par coulée sont exactement similaires à ceux-ci hormis l'absence de soudure. Les ouvertures pratiquées à chaque extrémités ont été nommées dans ce travail collerette de fixation mais nous l'avons vu, les plombiers de Versailles emploient quant à eux le terme de « collet battu ». Nous n'avons pas choisi de ne pas le reprendre ici car il n'est jamais apparu dans les dictionnaires de marine et qu'il sous-entend une technique particulière qui n'est pas toujours celle employée pour créer ces ouvertures.

Les traités de plomberie, de navigation et les dictionnaires de marine évoquent généralement l'usage de feuilles de plomb repliées pour former ces conduits, qu'elles aient été simplement coulées ou laminées ensuite ; toutefois, le diamètre de ces ouvertures n'étant pas large, nous ne pouvons à ce stade assurer qu'aucun dalot n'ait jamais été fabriqué par coulée dans un moule de tuyau. Une observation de la structure métallurgique de plusieurs de ces éléments pourrait à l'avenir permettre de statuer sur cette question technique.

Comme les sources documentaires l'évoquaient, ces dalots sont ménagés sur chaque bord, sur toute la longueur du bordé du navire. Dans le cas de bâtiments à plusieurs ponts, ils sont présents à chaque niveau, au-dessus de la ligne de flottaison, afin d'évacuer les eaux en divers points du navire. Etant lourds et solidement insérés dans la structure architecturale du navire, il n'est pas rare de les retrouver encore en position *in situ*. Ils peuvent être posés à même le substrat dans les cas où les vestiges architecturaux ont été détruits, mais peuvent également être encore en position verticale, insérés dans des structures en bois. Le site de la *Dauphine*, 1704, est à ce titre très important car plusieurs dalots ont pu être découverts dans cette position initiale (FIGURE 227).

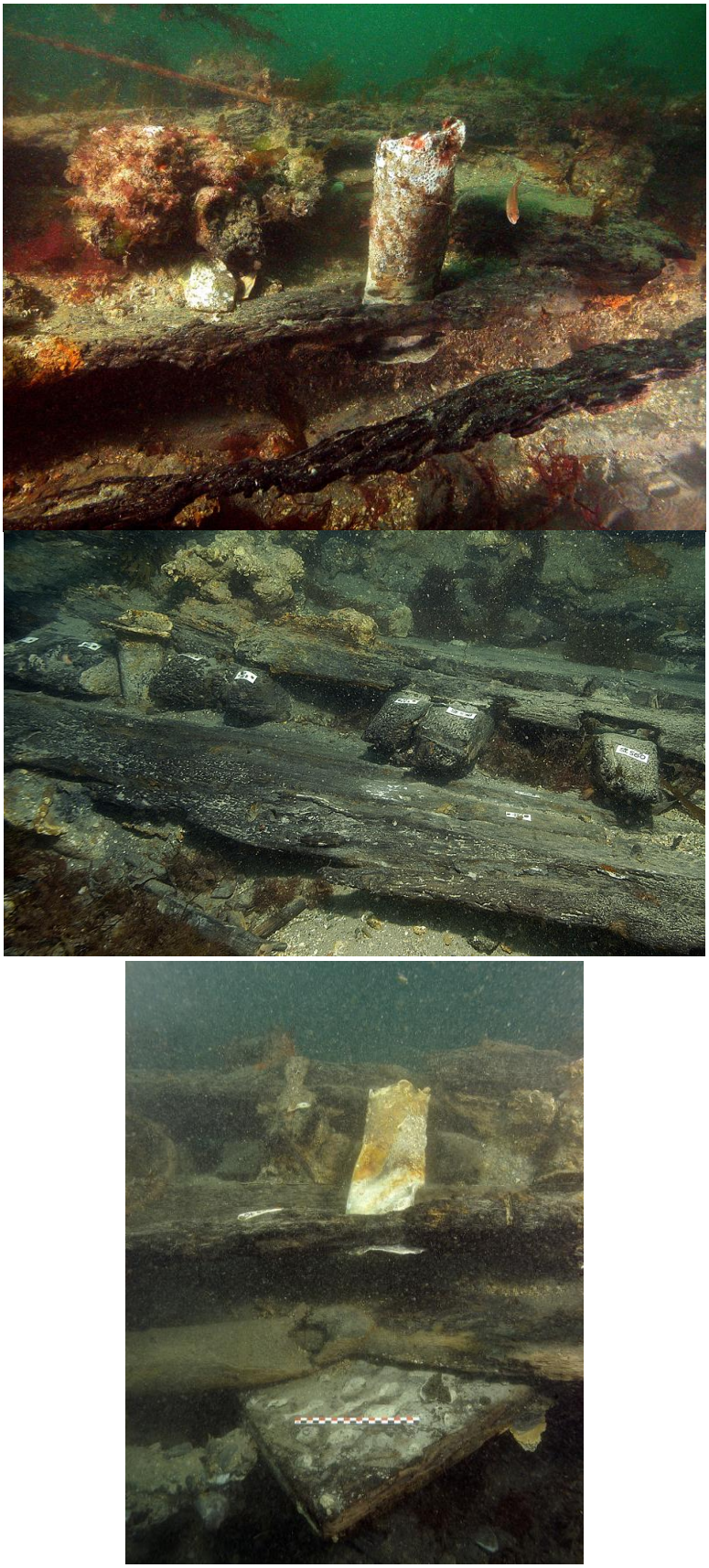


Figure 227 : Dalots encore en place et traversant le bordé de l'épave de la *Dauphine*, 1704 (photos T. Seguin, ADRAMAR, NAT04_SM1234, NAT05_SM0516 et NAT05_SM0828)

---Vers une définition du plomb embarqué---431

On constate sur ces clichés l'absence systématique de l'une des deux collerettes de fixation, celle-ci ayant probablement dû être arrachée. Il s'agit de la zone la plus fragile du dalot car toute la résistance aux mouvements du navire s'y concentre. Toutefois, dans les cas où les deux extrémités sont encore présentes, le dalot constitue alors un excellent moyen d'estimer l'épaisseur de la muraille du navire (FIGURE 224). De plus, ces lourds vestiges peuvent se révéler de précieux indices pour que l'archéologue puisse repérer la ligne de bordé d'une épave, visibles par le positionnement des dalots encore en place, et estimer ainsi son orientation et l'axe de sa quille (FIGURE 228).

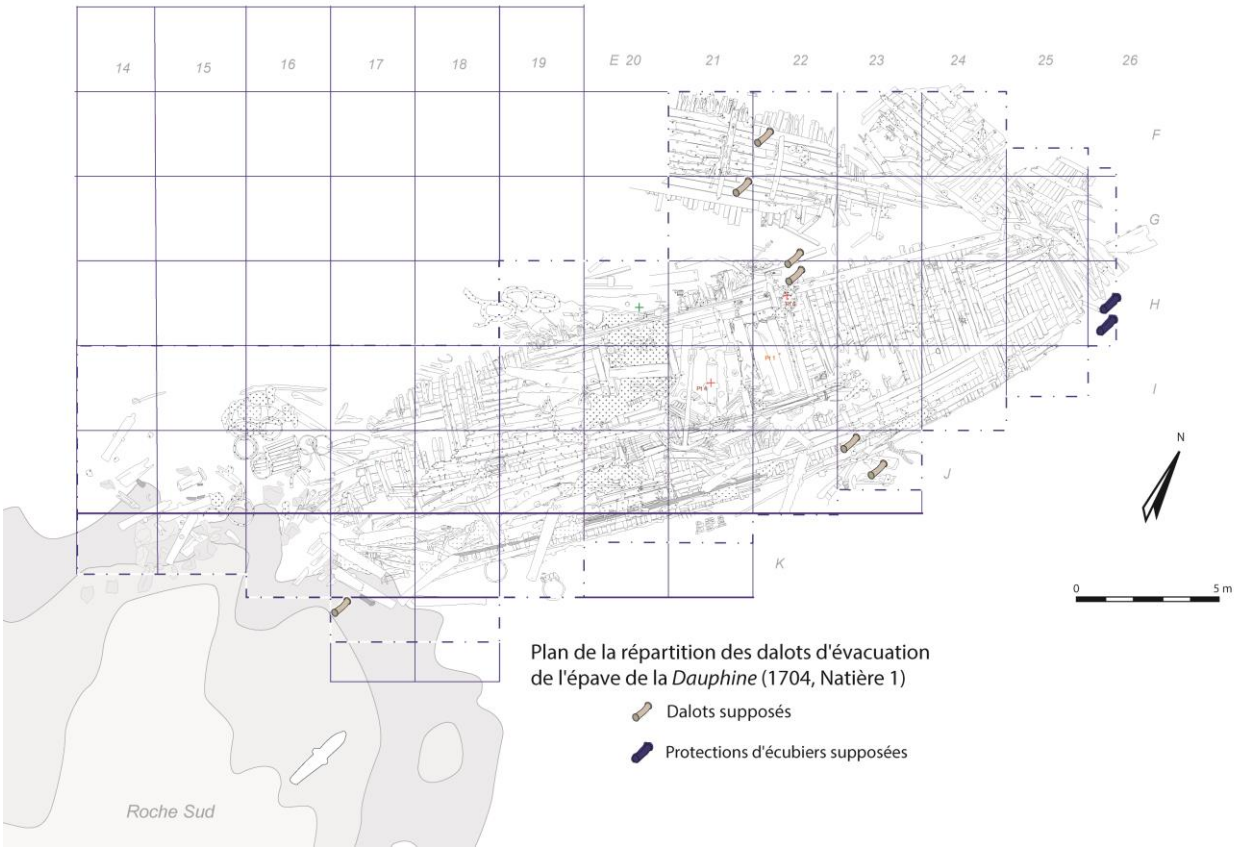


Figure 228 : Plan de la de la répartition des conduits de plomb, dalots et écubiers, découverts sur le site de la *Dauphine*, 1704 (Plan E. Veyrat 2008, reprise personnelle 2014)

Ainsi, sur le plan de la *Dauphine* présenté ci-dessus, on constate que les dalots retrouvés sont positionnés de part et d'autre du navire, sur chacun de ses flancs. Si certains éléments sont manquants, on remarque toutefois une implantation bien conservée au tiers avant de l'épave. Un seul exemplaire est positionné sur l'arrière de l'épave, ce qui ne correspond sans doute pas à la réalité mais traduit sans doute plus un défaut du aux conditions de conservation sur sur le site, la partie arrière de l'épave étant très dégradée et imparfaitement conservée.
Une telle explication ne peut convenir aux vestiges de la frégate de *L'Aimable Grenot*, 1749, puisqu'aucun dalot n'a pu être mis au jour sur l'épave. Or, cette épave est très bien conservée

et l'on se doute que le navire devait nécessairement être équipé de ces conduits d'évacuation des eaux. Il ne semble donc pas concevable que l'équipe de fouille soit passée à côté de l'identification de tels vestiges et il faut donc envisager la récupération systématique de ces dispositifs postérieurement au naufrage. On sait en effet que l'épave a fait l'objet d'intenses récupérations suite au naufrage (cf. L'Hour Veyrat 2002) et que ces conduits de plomb se situaient, de fait, sur les ponts du navire. Aucune autre explication ne nous apparait en effet justifier cet état de fait.

A ce jour, 46 fiches inventaires ont été créées pour recenser à la fois des dalots complets, mais également des fragments pouvant aller jusqu'à une simple collerette de fixation isolée (FIGURE 229)[386]. Ce corpus représente en réalité 60 artefacts si l'on tient compte des quelques lots constitués et sur cet ensemble, 43 d'entre eux ont été enregistrés avec suffisamment de données pour pouvoir faire l'objet d'une analyse approfondie, dont 27 sont complets ou quasi-complets (TABLEAU 32 infra).



Figure 229 : Collerette de fixation découverte isolée sur l'épave du *Golden City*, ex *Challenge*, 1877, Num 376 (photo M. Veyrat, dépôt DRASSM SRA Nantes)

Il faut signaler que la totalité des dalots ayant pu être inventoriés au cours de cette thèse datent du XVIIIe et XIXe siècle. Aucun exemplaire plus ancien n'a été découvert sur le littoral français et seule une publication étrangère, celle de la fouille du *HMS Dartmouth*, naufragé en 1690 en Ecosse, permet d'établir que ces équipements étaient déjà présents sous une morphologie similaire au XVIIe siècle. Nous ne pouvons affirmer leur existence au XVIe siècle car d'après nos connaissances, aucun vestige de ce type n'a encore été mis au jour.

Les dalots ayant pu être observés directement et ceux dont les dessins étaient publiés ont été répertoriés sur une planche morphologique unique (FIGURE 230). Les variations dimensionnelles apparaissent ici clairement, allant du simple au triple tant dans la longueur utile du dalot que dans la largeur du conduit. Toutefois, la différence la plus visible réside dans la morphologie des collerettes de fixation.

[386] Ces fiches inventaires proviennent pour plus de la moitié d'entre elles du littoral français (24/46) et le reste de l'étranger.

Il semblerait que deux grands groupes puissent être distingués : d'une part les dalots dont les deux collerettes sont circulaires, et d'autre part, ceux pour lesquels au moins l'une ou partie de leur collerette est rectangulaire. Au sein de ces deux ensembles, des variations mineures de morphologie et de dimension peuvent apparaitre mais nous avons choisi ici d'être le plus exhaustif possible et pour cela il ne faut dans un premier temps tenir compte que des grands traits morphologiques.

En ce qui concerne le premier groupe cité, les collerettes peuvent ne pas être parfaitement circulaires mais plutôt ovales ; il a été choisi ici de ne pas les isoler car cette forme peut bien souvent être induite par un écrasement de l'objet lors du naufrage du navire.

Le deuxième groupe quant à lui peut présenter une forme entièrement rectangulaire de la feuille formant l'une de ses collerettes, comme sur le Num 361 par exemple, mais il peut aussi être composé de dalots dont la collerette est composée d'une moitié circulaire et d'une autre moitié angulaire. C'est notamment le cas du dalot Num 338 présenté dans l'angle bas à gauche de cette planche.

Pour récapituler, voici les trois grandes morphologies repérables au sein de ce corpus :

- Deux collerettes circulaires ou ovales
- Une collerette circulaire ou ovale et l'autre rectangulaire
- Une collerette circulaire ou ovale et l'autre moitié circulaire / moitié rectangulaire

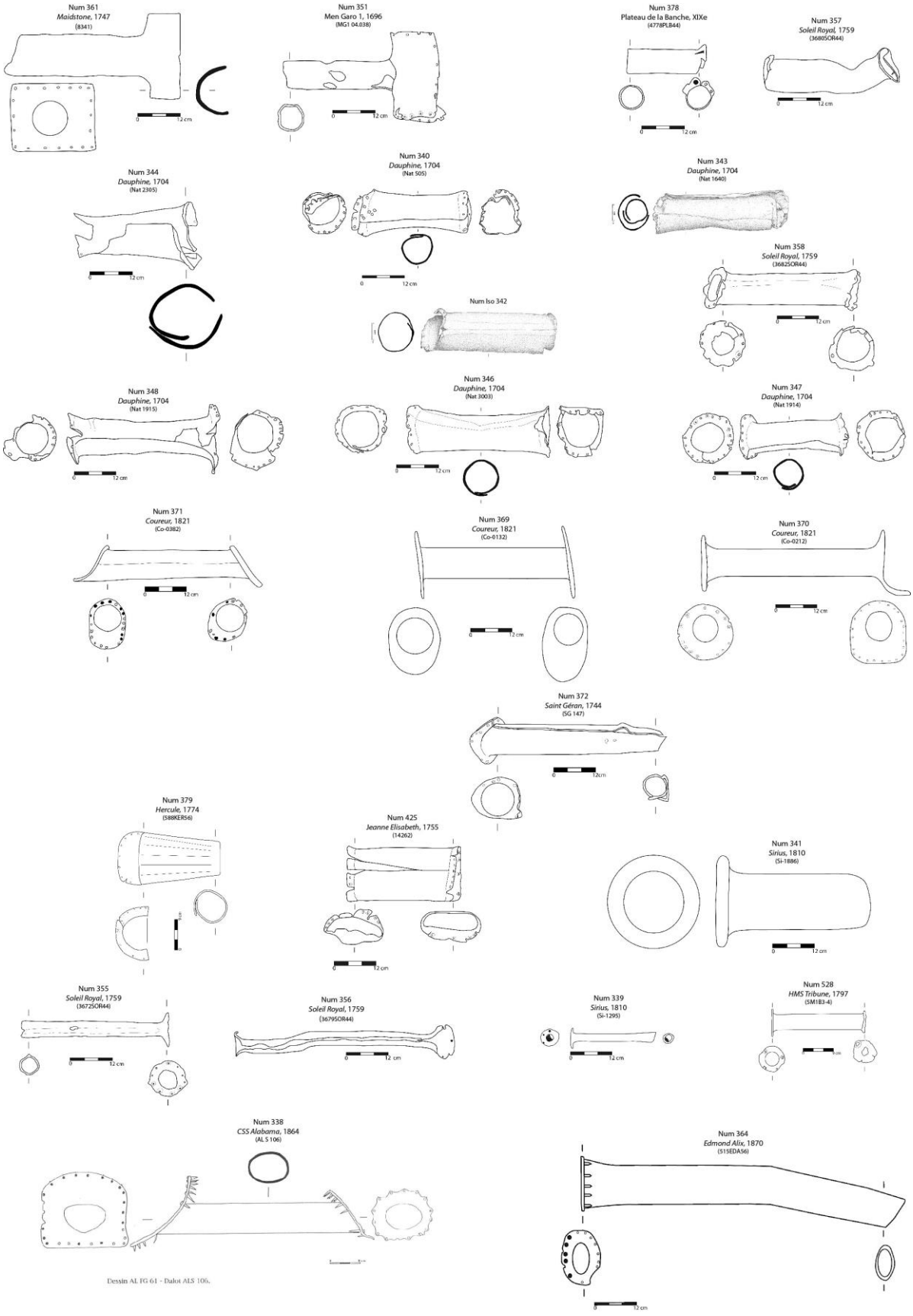


Figure 230 : Planche morphologique des dalots inventoriés et dessinés au cours de cette thèse (dessins personnels, publications et M. N. Baudrand, ADRAMAR)

Les dalots que nous avons dessinés sur cette planche présentent dans la quasi-totalité des collerettes planes. Toutefois, trois artefacts montrent au moins un angle marqué sur l'une de leur collerette; il s'agit des Num 351, 361 et 370 de la planche ci-dessus. Nous nous attarderons ici sur le dalot Num 370 provenant du *Coureur*, coulé en 1821 à l'île Maurice car lui seul possède ses deux extrémités et cela rend possible une réflexion sur leur angulation. En effet, l'une des deux est plane, tandis que l'autre est plane sur une demie-collerette et recourbée vers l'intérieur sur l'autre moitié. Nous emploierons le terme de profil en L pour décrire cette morphologie spécifique. Cette disposition pourrait rappeler celle observable sur les dalots de l'épave du *HMS Dartmouth*, naufragé en 1690 en Ecosse (FIGURE 231). Ces dalots n'ont pas été inventoriés faute de données précises : manque de mesures, de section et de la forme de face des collerettes sur ces dessins.

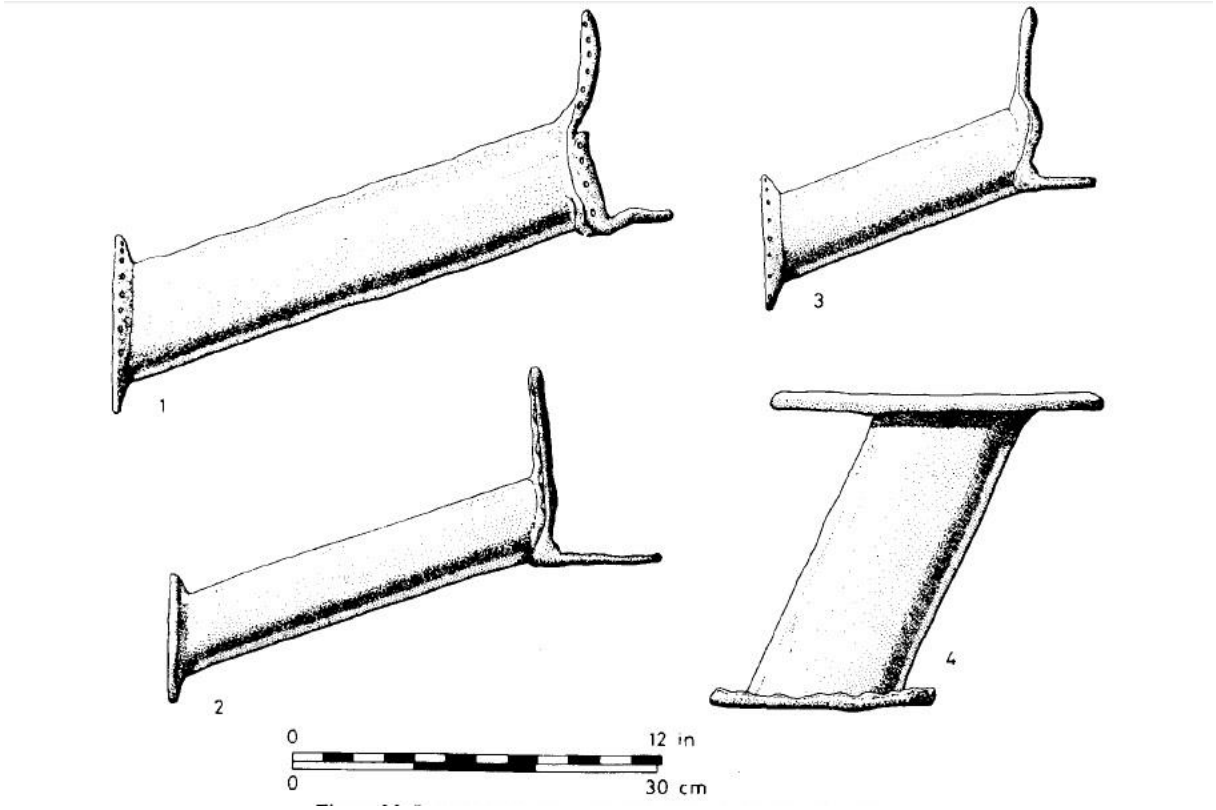


Figure 231 : Dalots (1-3) et conduit sanitaire (4) découverts sur l'épave du *Dartmouth*, en Ecosse, 1690 (Martin, 1978, fig. 28, p. 52)

Ces trois dalots témoignent de la même morphologie générale mais leur dimension varie du simple au triple. Il semble donc que la taille ne puisse être un critère discriminant puisqu'elle dépend de l'emplacement du dalot à bord des navires. Ainsi, suivant le pont concerné et sa position le long du bordé, l'épaisseur de bois à traverser par le dalot sera plus ou moins importante. Il est également opportun de noter ici que le côté du profil en L correspondra toujours à l'ouvertur côté pont, tandis que la collerette plane sera celle fixée à la coque externe du navire car les angles ne pourraient pas correspondre en sens inverse.
Les dalots découverts sur le CSS *Alabama*, de 1864, confirment cette hypothèse (FIGURE 232). En effet, sur ce cliché on note qu'un fragment de pont est encore attaché à la collerette à

demi rectangulaire et le rapport de fouille rédigé par Max Guérout en 1993 précise que cette collerette était encore clouée sur la gouttière sur le pont du vaisseau. Il faut cependant être particulièrement vigilant à l'interprétation des plis des collerettes, tant ces fines feuilles peuvent être soumises aux effets du naufrage.

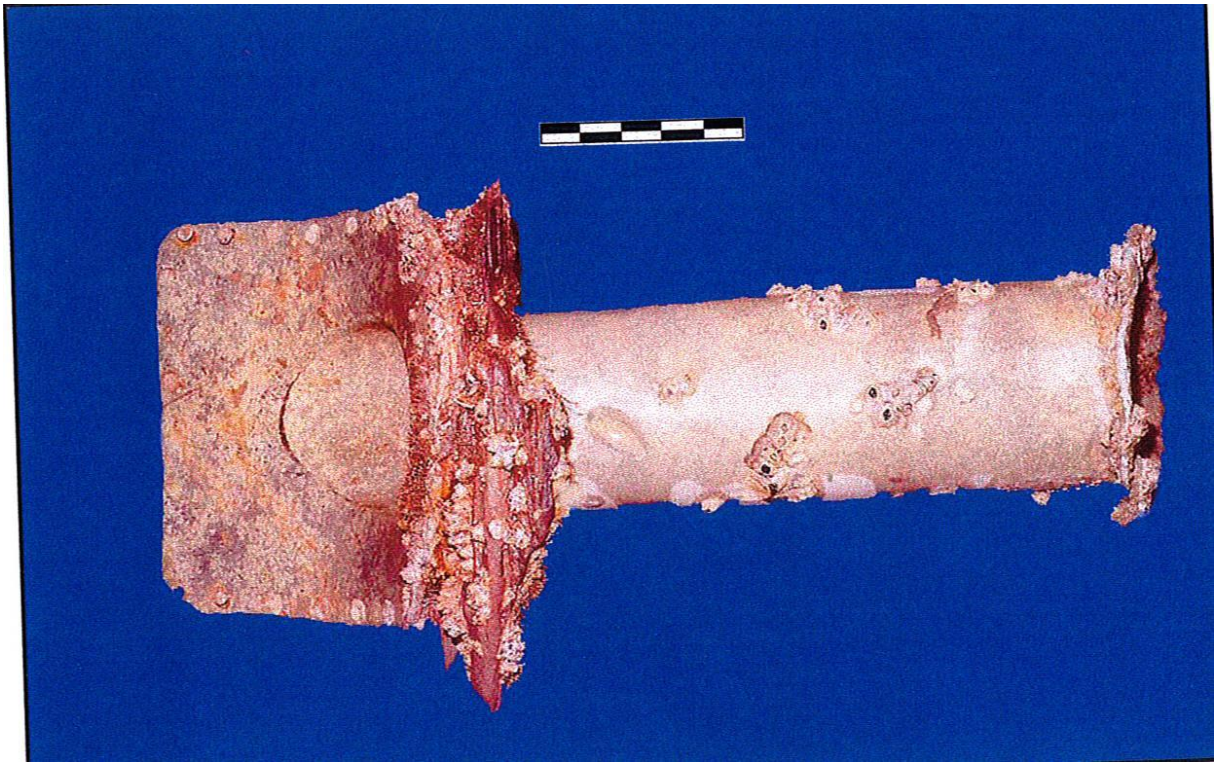


Figure 232 : Dalot n°216 découvert sur le CSS *Alabama*, 1864 (Guéroult, 2000, figure 21, p. 25)

A ce jour, trois hypothèses peuvent être envisagées pour expliquer la présence de cette collerette rectangulaire :

- Celle-ci pourrait être due à une différenciation liée à sa position à bord comme cela était évoqué dans certains textes, tels que le *Dictionnaire de la Marine Françoise* de Romme par exemple : « *Les dalots qui sont directement vis-à-vis des pompes ont une forme carrée, ailleurs ils sont circulaires* »[387] ou encore le *Dictionnaire de Marine* de Willaumez : « *les quatre pratiqués par le travers des quatre pompes sont d'une forme à peu près carrée et plus grands que les autres, qui ont une forme ronde* »[388]. Nous ne citerons pas ici toutes les références évoquant cette différenciation, elles sont listées dans le volume II de ce travail, mais il est évident qu'elles distinguent toutes les dalots circulaires répartis sur les ponts, de ceux carrés présents en vis-à-vis des pompes. La limite de ces définitions est qu'elles ne précisent pas si cette forme carrée s'applique à l'ensemble du dalot et de son tuyau ou si elle se limite à sa collerette. Car à ce jour, aucun dalot dont le tuyau présente une section carrée n'est attesté archéologiquement. Nous estimerons donc plutôt que cette forme carrée ne devait s'appliquer qu'à la

[387] ROMME 1792, p. 214.
[388] WILLAUMEZ 1831, p. 199.

collerette et non au tuyau. Mais, il ne semble pas non plus que les preuves archéologiques mises au jour viennent confirmer ces sources écrites. En effet, une épave comme le CSS *Alabama*, 1864, par exemple, a livré six dalots, espacés tous les six mètres environ le long du pont, mais présentant tous une collerette rectangulaire sur l'une de leurs extrémités. Aucun dalot à collerette circulaire n'y était associé.

- Cette forme de collerette pourrait aussi découler d'une modification ultérieure du dalot, notamment dans le cas où l'artisan serait dans l'obligation d'ajouter une feuille, plus ou moins carrée, au tuyau si la quantité de plomb restante n'était pas suffisante pour créer une collerette par martelage. Pour pouvoir confirmer cette hypothèse il faudra à l'avenir, observer l'ensemble des dalots présentant ce type de terminaison au microscope afin d'établir si une soudure y est systématiquement présente.

- Enfin, cette morphologie pourrait plutôt être interprétée comme une évolution technologique car l'ensemble des artefacts de ce type datent du XIXe siècle. Afin de trancher sur cette question, l'ajout de nouveaux éléments sera crucial.

L'analyse des dimensions des dalots du corpus (TABLEAU 32) permet de confirmer que leurs dimensions ne sont pas liées à leur morphologie, ni à leur datation[389] ce qui ne correspond pas aux définitions officielles. Ainsi, rappelons par exemple que Blaise Ollivier, dans son *Traité de construction,* publiait en 1736 que : « *Les dalots ronds ont 3, 4 ou 5 pouces de diamètre et les dalots carrés ont 6, 7 ou 8 pouces de longueur et 3 à 4 pouces de hauteur* »[390]. Or, pour la même période, les dalots inventoriés ici ne semblent pas tous correspondre à cette description. Ainsi, le dalot provenant du *Maidstone* par exemple mesure seulement 33 cm de long ce qui est très loin des 6 à 8 pouces (16,3 à 21,7 cm) de longueur évoqués précédemment. Il semble évident que ces variations sont liées à la diversité des tonnages des navires existants et à l'épaisseur de leur muraille. Sur un vaisseau trois ponts du XVIIIe siècle, on peut même s'attendre à ce que la longueur des dalots atteigne un mètre. Comme l'intégralité des navires doit être dotée de ces équipements indispensables, il est cohérent de retrouver des dalots de toutes les dimensions.

[389] Seuls les dalots complets ou présentant au moins une de leur collerette ont été insérés dans ce tableau afin que leurs mesures soient significatives.
[390] OLLIVIER 1736, p. 135.

Num Iso	Provenance	Datation	Hauteur max (cm)	Longueur utile (cm)	Diam moyen ext tuyau (cm)	Epaisseur feuille (cm)	Masse (kg)
338	CSS Alabama	19/06/1864	71,7	50	12	0,9	
339	épave du Sirius	25/08/1810	24	20	4	0,4	
340	Natière 1	1704	35	25	9	0,3	3,8
341	épave du Sirius	25/08/1810	49		15	1	
342	Natière 1	1704	42	34,4	13	0,4	5,4
343	Natière 1	1704	44,2	37,5	14	0,4	6,9
344	Natière 1	1704	38,5	30	12	0,2	5,28
345	Natière 1	1704	38,5	31,5	10,3	0,4	5,9
346	Natière 1	1704	39	30,7	11,5	0,3	4,8
347	Natière 1	1704	31,3	23,8	9,5	0,4	3,4
348	Natière 1	1704	42,8	33,8	9,8	0,2	5,2
349*	CSS Alabama	19/06/1864	66	40	12		
350*	CSS Alabama	19/06/1864	68	40	12	0,5	
361*	épave du Maidstone	7/07/1747	33		12	0,8	
364	épave de L'Edmond Alix	28/11/1870	98,2		12	0,7	
367 et 368*	Plateau de la Banche	XIXe	54	39	29,3	1,1	
369	épave du Coureur	3/03/1821	45	29	16,2	0,5	
370*	épave du Coureur	3/03/1821	53	30	9	0,4	
371*	épave du Coureur	3/03/1821	55,5	36	14,5	0,3	
372	épave du Saint Geran	18/08/1744	55	48	12	0,8	
377	Plateau de la Banche	XIXe	27,3		5	0,4	
378	Plateau de la Banche	XIXe	17,5		6,7	0,3	
378 bis	Plateau de la Banche	XIXe	20,5		9,2	0,3	
379*	épave de l'Hercule (Kerbozec)	01/03/1774	30	24	9,5	0,2	
425	épave de la Jeanne Elisabeth	15/11/1755	32	23,7	15,5	0,2	0,3134
528	épave du HMS Tribune	16/11/1797	28	26,5	5	0,2	2,662

Tableau 32 : Récapitulatif des dalots complets ou quasi complets inventoriés dans ce corpus accompagnés de leurs dimensions et masses. En bleu apparaissent les dalots dont une collerette est rectangulaire, en vert ceux dont les deux collerettes sont circulaires et en orange sont référencés les dalots n'ayant qu'une seule collerette circulaire. Enfin, une astérisque a été ajouté à côté du numéro des dalots présentant un profil en L (réalisation personnelle)

On note toutefois que le diamètre externe du tuyau semble s'adapter de manière proportionnelle à la longueur utile du dalot, c'est-à-dire à la longueur de son tuyau (FIGURE 233). Ainsi, d'une manière générale, plus un tuyau est long et plus il sera large ce qui semble logique pour y faciliter la circulation des fluides.

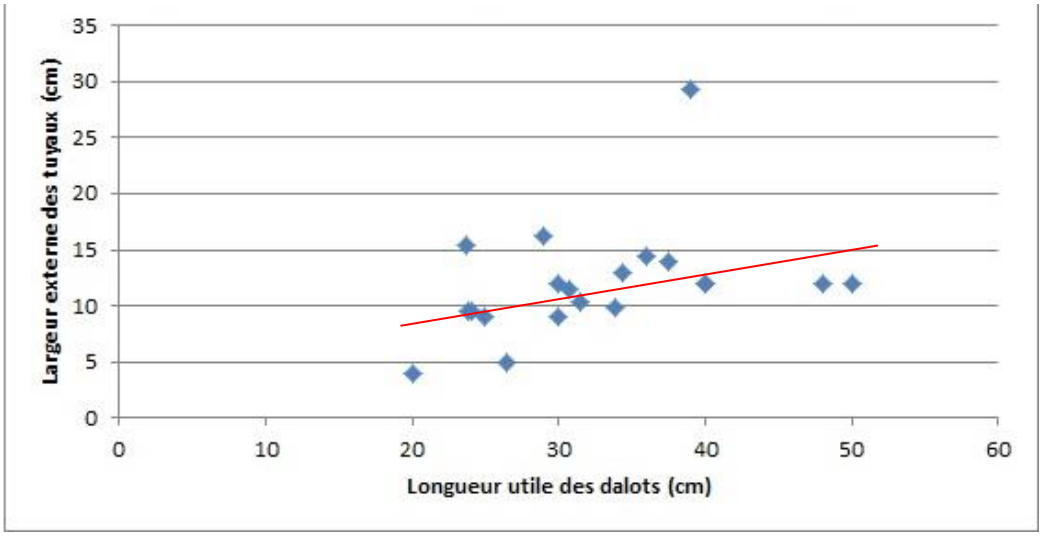


Figure 233 : Graphique de la répartition exponentielle des diamètres externes des tuyaux de dalot suivant leur longueur maximale retrouvée (réalisation personnelle)

L'épaisseur du plomb employé pour réaliser ces dalots varie de 0,2 à 1,1 cm mais ne semble pas être directement dépendante de leurs dimensions (FIGURE 234). Une majorité des artefacts inventoriés présente toutefois une épaisseur comprise entre 0,2 et 0,4 cm ce qui correspond à une ligne d'épaisseur environ, soit la référence en matière de feuilles de plomb coulées ou laminées. Seule l'observation microscopique pourrait nous permettre de les distinguer car aucune trace de frappe n'a pu être repérée sur les tuyaux et l'absence de soudure n'est pas significative d'une feuille coulée puisque celle-ci peut être recouverte par une couche oxydée. Notons que les sources écrites n'évoquent pas les épaisseurs employées pour réaliser ce mobilier, ni le type de plomb mis en œuvre.

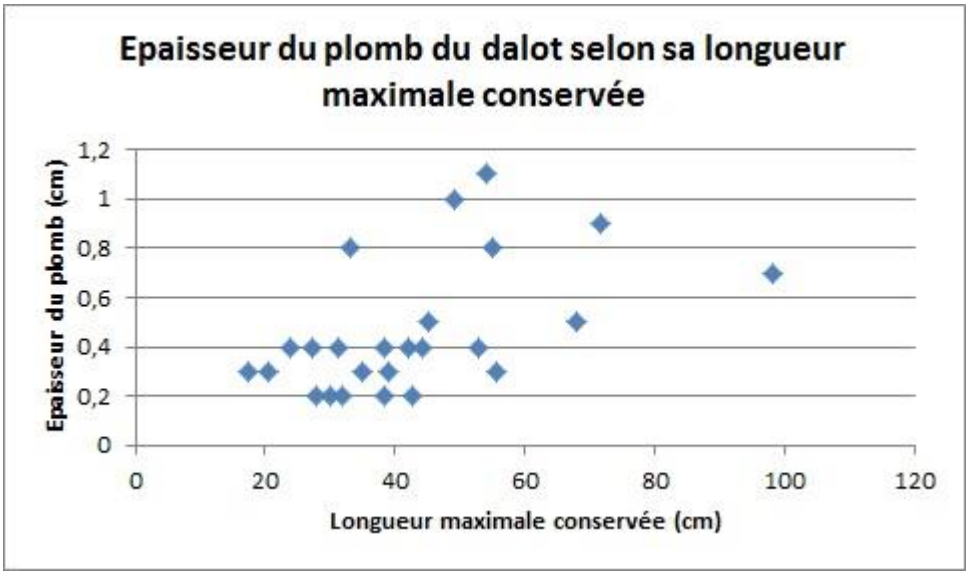


Figure 234 : Graphique de la répartition des épaisseurs du plomb constituant les dalots suivant leur longueur maximale conservée (réalisation personnelle)

Il n'était probablement pas judicieux d'employer du plomb trop fin pour réaliser des dalots car leur solidité s'en serait trouvée amoindrie. Il faut ajouter que dans les cas où les collerettes semblent avoir été ajoutées ultérieurement par soudure, elles ne présentent généralement pas la même épaisseur que le tuyau du dalot, ce qui suggère l'usage de deux feuilles de plomb différentes. Enfin, les rares artefacts aux feuilles plus épaisses correspondent en réalité aux dalots les plus grands du corpus, ce qui est logique puisque du plomb très épais sur un dalot plus court alourdirait inutilement l'équipement du navire.

On note également, dans le cas de sites ayant livré plusieurs dalots, que leur morphologie et leurs dimensions peuvent varier au sein même d'une épave unique. C'est notamment le cas sur le vaisseau de la marine royale le *Soleil Royal* (1759) (FIGURE 235 a), ou sur le navire privé de commerce de *L'Edmond Alix*, bien plus tardif (1870) (FIGURE 235 b).

a)  



Figure 235 : Exemples de morphologies de dalots variant au sein d'une même épave. a) épave du *Soleil Royal*, 1759, Num 358 et 356 et b) épave de *L'Edmond Alix*, 1870, Num 364 et Num 365 (photos M. Veyrat et base de données Atlas Adramar)

Cette information ne transparaissait pas dans les sources écrites officielles. Il semble en réalité qu'il y ait eu de fréquentes adaptations et possibles réemplois pour armer les navires à moindre frais, qu'ils soient issus d'un armement d'Etat ou privé. En effet, comme nous l'avions vu, certains dictionnaires de marine évoquaient des dalots carrés ou ronds suivant leur position à bord, mais ici les différences archéologiques sont encore plus importantes.

A l'inverse, une frégate royale armée comme celle de la *Dauphine*, perdue en 1704 à son retour de course, possède quant à elle un équipement en dalots particulièrement standardisé morphologiquement, témoignant ainsi d'une réalisation unique par un plombier spécifique. On sait que la *Dauphine* n'était équipée que d'un seul pont, et qu'elle a eu une brève existence, construite en 1703 et perdue l'année suivante. Ces données jouent certainement un grand rôle dans l'homogénéité de ses dalots de plomb.

Ces différences d'homogénéité pourraient s'expliquer par le nombre de ponts présents puisque la morphologie des dalots varie suivant leur position et selon l'épaisseur de coque à traverser. Ainsi, une frégate à un seul pont comme la *Dauphine* aurait un équipement en dalot homogène tandis qu'un navire à deux ponts comme le *Soleil Royal* par exemple verrait ses dalots s'adapter à ces variations architecturales. D'ailleurs certains auteurs évoquent une

distinction selon le pont concerné ce qui pourrait confirmer cette analyse[391]. Toutefois, d'autres définitions mettent en cause la position sur le bordé, ou encore une distinction entre les vaisseaux de guerre et marchands. Cette multiplicité des causes de variations dans la taille et la morphologie des dalots présents à bord complique grandement notre tâche et ne nous permet pas à ce jour de proposer une quelconque identification morphologique ou chronologique assurée, hormis les dalots à une collerette rectangulaire qui semblent dater du XIXe siècle seulement, sous réserve de nouvelles découvertes.

➔ Ecubiers

Les feuilles de plomb, qu'elles soient coulées ou laminées, étaient également employées pour renforcer et protéger un autre élément consitutif du bord, à savoir les écubiers. Ces ouvertures étaient pratiquées à l'avant du navire, de part et d'autre de l'étrave, afin d'y faire passer les câbles des ancres pour qu'ils puissent y être manœuvrés plus aisément. D'après les sources écrites, la présence de plomb à l'intérieur de ces conduits sert à les rendre étanches mais surtout à protéger les câbles de chanvre des mouillages de tout frottement contre le bois[392].

Les vues des navires des peintures anciennes les présentent régulièrement, toutefois, nous ne voyons que l'ouverture circulaire à l'extérieur de la coque et non la morphologie du conduit interne (FIGURE 236). De plus, les sources écrites restent totalement muettes sur ce sujet. Il est donc particulièrement délicat de définir précisément la morphologie que devait prendre ces artefacts, et ainsi, d'être en mesure de les identifier.

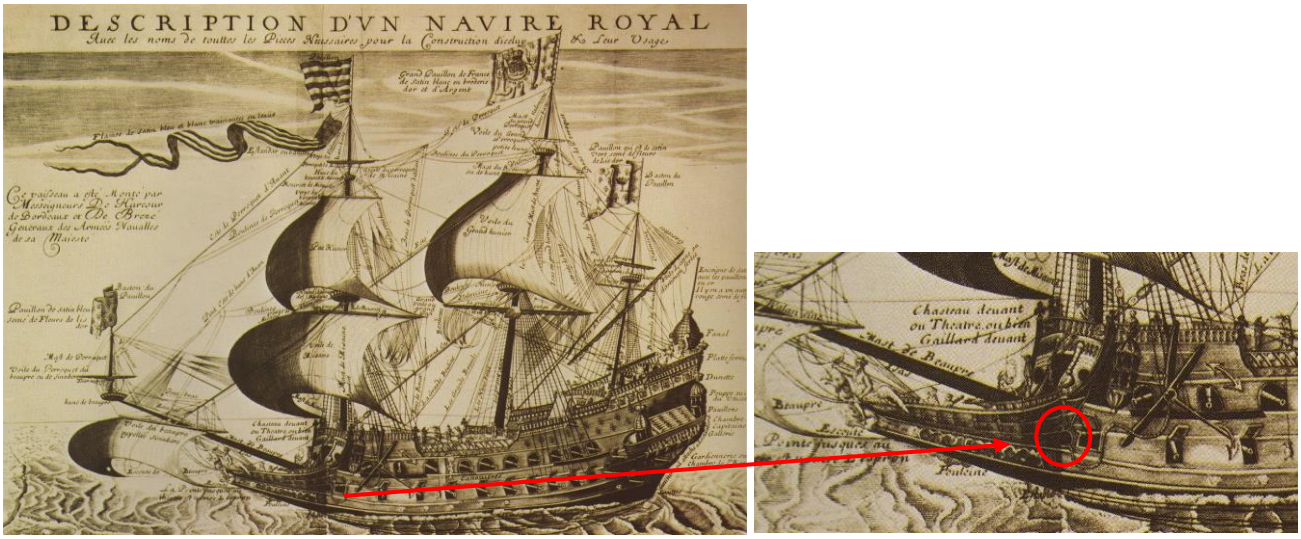


Figure 236 : Gravure extraite de l'*Hydrographie* du père Fournier, décrivant un navire français du XVIIe siècle sur lequel est représenté un écubier, 1667 (Fournier, 1667)

[391] Comme évoqué dans le chapitre 2.4.7 nous pensons ici aux auteurs suivants : Aubin (1702) ou encore Blaise Ollivier (1736).
[392] Ces données documentaires sont présentées au chapitre 2.4.7 de ce volume.

Pour l'archéologue, la principale possibilité d'identification est le positionnement *in situ* de l'objet. En effet, d'après l'ensemble des sources documentaires et la définition du rôle de cet artefact, il était obligatoire qu'il se situe au niveau de l'étrave du navire. Ainsi, sur le plan de la *Dauphine*, déjà présenté auparavant (FIGURE 228 supra), deux éléments en plomb circulaires ont pu être interprétés comme des écubiers d'après leur positionnement. Il s'agit des seuls artefacts identifiés comme tels de manière assurée à ce jour. Malheureusement ces éléments n'ont pas été remontés lors des fouilles archéologiques et seules de brèves descriptions ont pu être exploitées ici. Il s'agit d'artefacts en plomb présentant la même morphologie générale que les dalots présentés dans le paragraphe précédent.
Toutefois leurs dimensions ne peuvent être similaires puisque, d'après les sources écrites, le diamètre des écubiers varie en fonction du diamètre des câbles des ancres à manier, soit implicitement suivant la taille du vaisseau associé. En effet, le *Traité de Construction* rédigé par Blaise Olivier en 1736 pose la relation suivante : « *Le diamètre des écubiers est égal ou à peu près égal aux ¾ de la circonférence du câble* »[393] tandis que le *Dictionnaire de Marine* d'Aubin stipule quant à lui que : « *Les écubiers d'un vaisseau de 134 pieds de long, doivent être proportionnés de cette manière. Le premier doit avoir 12 pouces de diamètre, le second 10 pouces, et le troisième 9 pouces : ou bien les plus grands doivent avoir un pied de diamètre et les autres 10 pouces* »[394].
Ainsi, pour cette frégate de près de 104 pieds de long et dont le câble d'ancre, Nat 2247, mesure 44 cm de circonférence, nous obtenons une estimation du diamètre de ces écubiers à 12 pouces ou 33 cm, ce qui est beaucoup plus important que celui des dalots déjà vus. Il s'agirait donc là d'une autre possibilité d'identification de ces artefacts et réciproquement, d'un indice pour estimer la dimension de l'épave ou celle des câbles d'ancre, très rarement conservés.

Si l'on se réfère aux traités et dictionnaires de marine officiels, il devrait y avoir à bord des navires quatre écubiers, sauf pour les petites barques qui n'en possèderaient que deux. « *Il y a 4 écubiers dans les vaisseaux de guerre, les frégates, brulots et généralement tous les bâtiments pontés à voiles carrées, excepté dans quelques petites barques ou il y en a seulement 2* »[395]. Or, ces artefacts n'ont été qu'exceptionnellement découverts et même dans le cas de site en ayant livré comme la *Dauphine*, seuls deux d'entre eux sont apparus ce qui ne permet pas d'étayer cette proposition. Cette absence surprenante d'un élément pourtant primordial de l'architecture du navire est probablement à mettre en lien avec la difficulté de son identification.

Ainsi, certains sites présentent des éléments en plomb pouvant s'y apparenter, toutefois, leur morphologie très particulière laisse planer un doute sur cette identification fonctionnelle. Nous citerons à titre d'exemple plusieurs artefacts en plomb découverts sur le site d'Aber Wrach 2, datant de la fin du XVIIe – début du XVIIIe siècle, qui présentent une partie ressemblant à un dalot, à savoir une collerette suivie d'un tuyau, mais dont l'autre extrémité

[393] OLLIVIER 1736, p. 150.
[394] AUBIN 1736, p. 409.
[395] OLLIVIER cf supra.

est cette fois composée par une sorte de caisse en plomb (FIGURE 237). Cette caisse retrouvée en partie ouverte servait-elle d'espace de stockage d'une partie du câble de l'ancre ou faut-il imaginer un tout autre usage comme un conduit d'aisance par exemple ? Le site étant en très mauvais état de conservation, presque aucun vestige architectural associé n'a pu être mis au jour, rendant ainsi quasi impossible la caractérisation de ces éléments.



Figure 237 : Deux écubiers, trouvés tête bêche sur le site d'Aber Wrach' 2, XVIIe-XVIIIe siècle (photo T. Seguin)

L'un d'entre eux ayant été remonté, nous l'avons observé minutieusement au dépôt archéologique du DRASSM basé à Nantes. On constate sur cette photographie la présence d'un deuxième tuyau de plomb, beaucoup plus petit, lui aussi relié à la caisse (FIGURE 238). De plus, l'existence de trous de clous sur tous les bords du compartiment en plomb, permet de restituer une fixation ouverte et large sur le pont du navire et non une caisse totalement fermée. Nous supposons ici que les tuyaux et leurs collerettes se situaient plutôt du côté de la coque externe afin de minimiser les entrées d'eau potentielles par la mer.



Figure 238 : Photo de détail des deux tuyaux reliés à la caisse en plomb, site d'Aber Wrach'2, artefact 3726ABW229 (photo M. Veyrat)

La présence de ce deuxième tuyau ne nous parait pas répondre à un quelconque besoin dans le cadre d'un usage de cet artefact en tant qu'écubier, aussi, il nous semblerait plus à propos d'imaginer que cet élément puisse en réalité être considéré comme un conduit d'aisance, de toilette. La caisse ouverte servant ici de réceptacle de stockage de l'eau et des déchets humains, et les deux conduits pouvant ensuite évacuer les liquides et les éléments plus épais. Toutefois, il ne s'agit que d'une supposition devant être revue si d'autres éléments de cette forme étaient découverts à l'avenir, cette fois associés à des vestiges de coque.

A ce stade, il nous semblerait plus logique que les écubiers aient en réalité présenté la même morphologie que les dalots puisqu'il s'agit uniquement de doubler un simple conduit de plomb. La découverte d'un article en ligne sur la manière de réaliser le modèle d'un vaisseau du XVIIIe siècle comme l'était le *Gros Ventre* nous a particulièrement intéressée car la pose des écubiers y était détaillée et illustrée (FIGURE 239 a-f). Ce travail a été réalisé par Gérard Besson à partir des plans du vaisseau réalisés par Gérard Delacroix en 1766, ce qui permet d'espérer une précision importante de cette restitution.

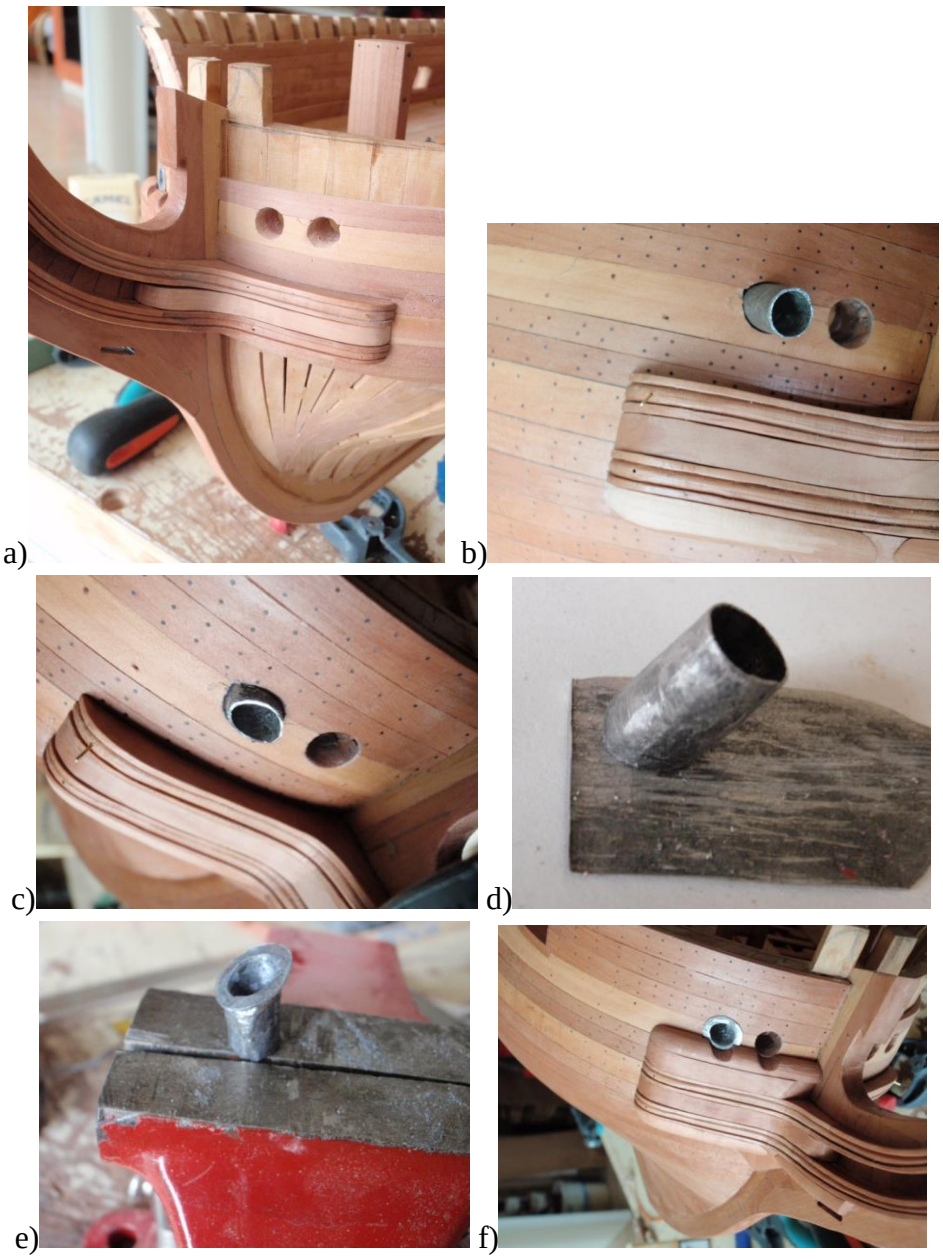


Figure 239 : Etapes de la pose d'un écubier sur le modèle au 1/36 du vaisseau le *Gros Ventre*, 1766 (réalisation et photos Gérard Besson, http://5500.forumactif.org/t671p575-modele-le-gros-ventre-au-1-36-par-g-besson)

Ce travail est donc précieux, car bien qu'il s'agisse d'un modèle réduit, il est probable que les plombiers ou calfats aient procédé de la même manière à une plus grande échelle. Ainsi, on remarque tout d'abord la présence confirmée des quatre ouvertures pour écubiers de part et d'autre de l'étrave (a), puis l'insertion d'un tuyau de plomb à l'intérieur du conduit qui dépasse de la coque (b). Ce dernier sera ensuite travaillé pour s'adapter parfaitement à cette ouverture : il faut procéder à une découpe du surplus de plomb (c), puis à l'ajout par soudure d'une feuille de plomb plane à une extrémité du conduit (d) afin qu'elle puisse ensuite être percée et découpée pour servir de collerette de fixation (e). Enfin, cet assemblage est inséré dans l'ouverture de la coque (f) et une collerette supplémentaire sera ajoutée par soudure sur le pont.

Cette technique correspond aussi à celle qui avait été envisagée pour la réalisation des dalots et leur insertion dans la coque du navire. Il semblerait donc qu'elle puisse être confirmée, tant il semble logique de procéder ainsi. Toutefois, nous ne pouvons établir si les tuyaux employés pour ces deux usages étaient directement coulés ou obtenus par le repli d'une feuille de plomb, préalablement coulée ou laminée.
Il serait intéressant à l'avenir de faire figurer ces éléments sur les maquettes et reconstitutions 3D proposées de certaines épaves.

➔ Tuyaux de commodités ou d'aération

Comme nous l'avons brièvement évoqué, d'autres conduites en plomb pouvaient également être aménagées dans l'architecture du navire. Il s'agit d'une part, des tuyaux dits de « commodités » ou de toilette, et d'autre part, de conduits servant à l'aération des zones les plus confinées du navire. Bien qu'attestés archéologiquement et paraissant indispensables à une amélioration de la vie à bord, ces deux types d'aménagement ne sont pourtant presque jamais évoqués dans les sources écrites.

- Tuyaux de commodité

En ce qui concerne les tuyaux de commodité, c'est-à-dire ceux servant à l'évacuation des eaux de toilette et des besoins humains, l'ouvrage de Joe J. Simons III intitulé *Those vulgar tubes* datant de 1998 fait référence tant il est rare qu'un chercheur s'intéresse à ces questions touchant à l'intimité la plus extrême de la vie des hommes. Cet auteur insiste sur le fait qu'évacuer les déchets a de tous temps été au cœur des préoccupations des marins notamment pour préserver leur santé et l'hygiène du bord.

D'après ses recherches, diverses options s'offraient aux armateurs pour répondre à cette problématique.
En effet, il était possible d'employer de simples contenants portatifs tels des pots de chambre métalliques ou en céramique, mais ces dispositions étaient bien souvent insuffisantes pour le nombre d'hommes à bord, aussi il n'était pas rare qu'il leur soit demander de se soulager directement par-dessus-bord. Toutefois, suivant les conditions de mer, cette démarche pouvait être particulièrement périlleuse et incommode pour l'équipage.
Ainsi, avec l'augmentation progressive des temps de navigation imposés aux marins toujours plus nombreux, les limites de ces deux solutions ont très vite été atteintes et des aménagements fixes ont dus être envisagés pour les remplacer et maintenir les conditions minimales d'hygiène requises à bord. D'après l'auteur, l'aménagement le plus simple à réaliser était de placer une extension en bois percée sur la proue ou sur la poupe, s'avançant au-dessus de l'eau, pour que les besoins des marins puissent s'évacuer directement sans toutefois qu'ils aient à se suspendre hors de la sécurité relative du navire. Si l'avancée était située à la proue du navire alors on nommait cette zone la « poulaine ». Ce terme apparait dans les dictionnaires de marine dès le XVIIe siècle mais il faut attendre celui d'Aubin du tout début du siècle suivant pour voir apparaitre clairement la fonction de cet élément

architectural : « *C'est un assemblage de plusieurs pièces de bois qui sont une portion de cercle & qui se terminent en pointe : on en fait la partie de l'avant du vaisseau qui s'avance la premiére en mer par une grande saillie qu'elle fait. C'est dans la poulaine que l'on va laver & blanchir le linge & se décharger le ventre […] Dans les vaisseaux du Roi on dit Eperon* »[396]. Cette description est ensuite régulièrement reprise jusqu'au XIXe siècle. L'ouvrage de Willaumez de 1831 stipule quant à lui que cet espace est une : « *saillie en dehors de l'étrave d'un grand bâtiment. […] Sa forme est à peu près celle d'un triangle, dont la muraille du coltis fait la base. Aux deux extrémités de cette base on pratique, tribord et bâbord, des sièges pour servir de latrines à l'équipage* »[397].
Ainsi, afin de rentabiliser au maximum cet espace, des bancs d'aisance pouvaient être aménagés de part et d'autre de l'étrave (FIGURE 240)[398]. L'ensemble de l'équipage les utilisaient jour et nuit, et par tous les temps puisque cet espace était ouvert aux intempéries.

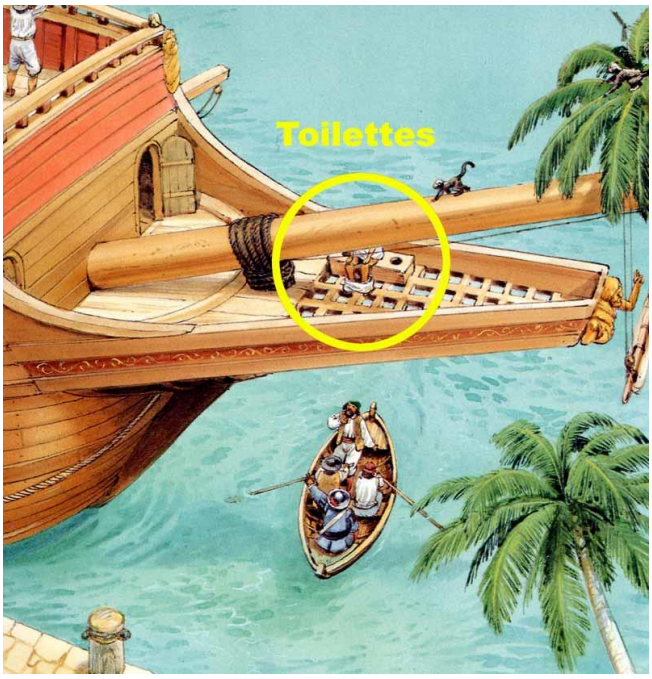


Figure 240 : Illustration de l'usage de banc d'aisance sur une poulaine d'un navire du XVIIIe siècle (http://www.pirates-corsaires.com)

Ces lieux d'aisance pouvaient également être inclus dans une superstructure en bois carrée servant d'assise aux marins comme cela a été mis au jour sur l'épave du *Vasa* (1628) en Suède par exemple (FIGURE 241).

[396] AUBIN 1702, p. 638.
[397] WILLAUMEZ 1831, p. 465.
[398] Cette illustration bien qu'enfantine et imparfaite du point de vue de l'architecture navale a le mérite de présenter clairement la manière dont la poulaine pouvait être équipée en bancs d'aisance.



Figure 241 : Siège d'aisance en bois mis au jour sur la poulaine du *Vasa*, 1628 (photo G. Ilonen dans Simons III, 1998, fig. 4.4.)

Les officiers quant à eux possédaient leurs propres lieux d'aisance, à l'abri des regards dans un espace dédié de l'arrière du navire. Ces ouvertures traversaient à ces endroits de larges portions de la coque du navire, et nécessitaient ainsi un doublage interne en plomb afin de les rendre étanches mais aussi pour être en mesure de les nettoyer plus facilement.

Une description du fonctionnement de la frégate *L'Hermione*, coulée en 1793 mais reconstruite récemment, permet de se rendre compte de ces différents équipements : « *Les 296 marins à bord utilisaient comme toilettes un banc d'aisance situé à chaque bord à l'avant du navire et à l'aplomb du mât de beaupré. Cet endroit ouvert et rudimentaire était donc soumis aux intempéries. Le commandant et les officiers, d'origines nobles, avaient une hygiène bien plus élaborée. Les bouteilles étaient des endroits clos à l'abri des regards indiscrets dont l'accès se faisait par la grande chambre. Il s'agissait des latrines ou toilettes, à bâbord, réservées à l'usage du commandant et à tribord à celui des officiers* »[399]. On remarque donc l'usage d'un terme spécifique, « bouteilles », pour dénommer les lieux d'aisance des officiers. Si l'on parcourt les dictionnaires de marine pour ce terme, cet usage de commodité semble bien confirmé et il est même possible d'obtenir une vision de l'aspect extérieur que ces espaces devaient avoir. Ainsi, dans son dictionnaire de marine Aubin décrit les bouteilles comme : « *des saillies de charpenterie sur les côtés de l'arriére du vaisseau, de part & d'autre de la chambre du Capitaine Les bouteilles sont à la place des galeires, dont l'usage*

[399] Notice descriptive de l'aménagement et du fonctionnement interne de la frégate *Hermione*, 1793, fournie en version pdf en ligne, rédigée pour le grand public par l'Association Hermione Lafayette.

fut supprimé par une ordonnance du Roi de France l'année 1673. Leur figure, dans les vaisseaux François, ressemble à une moitié de fanal coupé de haut en bas. Elles n'ont de largeur qu'envion deux piés, ou deux piés & demi »[400]. Ces espaces étaient donc suspendus sur l'arrière du navire, telles des tourelles, et étaient particulièremen étroits. La définition fournie par Willaumez pour le milieu du XIXe siècle précise encore cette architecture et évoque la présence de plomb : « *Retranchement en forme de demi-tourelles […] qu'on applique sur le bordé tribord et bâbord de la poupe des grands bâtimens, pour servir intérieurement de cabinets d'aisance aux officiers. Ces lieux sont répétés plus haut dans les angles des galeries et des grandes chambres des vaisseaux : ils correspondent dans les mêmes conduits ou bottes en plomb qui descendent et vont jusque près de la flottaison sous les fesses du bâtiment. Par extension on donne le nom de bouteilles à d'autres latrines adaptées dans l'intérieur, des grands bâtiments, aux murailles de l'avant* »[401].
Un inventaire de la plomberie de l'arsenal du port de Lorient en 1788 mentionne lui aussi la production de « *2 plaques pour les bouteilles* » destinées à équiper un vaisseau, ce qui confirme bien l'usage de feuilles de plomb, laminées ou coulées, pour doubler l'intérieur de ces ouvertures[402], comme c'était l'usage pour les autres conduits du bord : dalots et écubiers.

Ainsi, même si plusieurs auteurs évoquent ces aménagements et leur doublage en plomb, ils ne fournissent aucune description et illustration précise de la morphologie interne de ces conduits. Nous ne sommes donc pas en mesure d'établir précisément les caractéristiques pouvant permettre l'identification certaine de ces artefacts, notamment en comparaison avec les dalots et écubiers par exemple.
Il semblerait toutefois logique que ces conduits de plomb présentent une ouverture assez large du côté donnant vers le pont afin de permettre aux marins de s'y assoir et surtout d'empêcher le rejet de dépôts hors du conduit qui abimeraient et pollueraient le navire. L'extrémité donnant sur l'extérieur de la coque quant à elle devait probablement ressembler à celle des dalots et écubiers avec une collerette de fixation circulaire fixée par des clous à plomb. Cette description générique pourrait correspondre à l'artefact provenant du site Aber Wrach 2 présenté ci-dessus.

- Tuyaux d'aération et d'éclairage

Si un ouvrage de référence sur les conduits d'aisance a pu être retrouvé dans la bibliographie, il n'en est malheureusement pas de même pour les tuyaux d'aération et ceux d'éclairage. Or, les dimensions réduites des espaces internes du navire rendaient indispensables un apport régulier d'air frais extérieur pour maintenir une atmosphère respirable et y renouveler l'air vicié. De plus, la question de la lumière au sein du navire était elle aussi au cœur des préoccupations des marins tant l'éclairage à l'aide de flammes pouvait être risqué.
Ainsi, malgré son caractère vital, seule la découverte d'un document d'archive mentionnant ce type de conduits en plomb atteste de leur usage, du moins pour la marine royale de la fin

[400] AUBIN 1702, p. 119.
[401] WILLAUMEZ 1831, p. 98-99.
[402] AN Mar D1-53, 1788, folio 112r.

du XVIIIe siècle : « *avis du Conseil sur la proposition qui lui a été faite d'établir dans les vaisseaux et autres bâtiments du roi qui seront construits à l'avenir, des tuyaux de plomb ou ventilateurs qui passeraient entre les membres pour porter un air nouveau dans les parties intérieures »*[403]. Nous ne pouvons pas établir si ces conduits d'aération existaient déjà pour les XVIe et XVIIe siècles ni quelle pouvait être la morphologie exacte de ces tuyaux. Les dictionnaires de marine quant à eux ne font référence qu'à un manche en toile, placée dans les écoutilles, comme outil d'aération du navire. Nous ne pouvons donc aller plus en avant dans la définition de ces artefacts.
Aucun document n'a pu être retrouvé pour décrire les tuyaux d'éclairage mais une épave pourrait confirmer leur existence comme nous le verrons ci-après.

- Difficultés d'identification, l'exemple du CSS *Alabama*

Comme nous l'avons vu, l'ensemble des sources documentaires demeure particulièrement lacunaire du point de vue de la morphologie de ces divers conduits de plomb et de leur mode de fabrication. Ainsi, l'archéologue doit être extrêmement attentif aux données contextuelles lors de la découverte de tels artefacts afin d'espérer pouvoir les distinguer les uns des autres. Leur positionnement *in situ* sera à ce titre déterminant pour distinguer par exemple un dalot, d'un écubier ou d'un conduit d'une bouteille à l'arrière du navire. L'élargissement du conduit sur l'une de ses extrémités constitue également un critère morphologique à relever pour repérer un tuyau de commodité.

Afin d'illustrer ces difficultés d'interprétation, nous allons présenter ici rapidement les divers conduits de plomb découverts sur l'épave du CSS *Alabama* coulé près de Cherbourg en 1864 et fouillé par Max Guérout. Sur cette épave, six dalots ont été mis au jour, répartis tous les 6 mètres le long de l'axe du navire, sur babord et tribord. Leur morphologie très homogène a déjà été présentée (FIGURES 230 et 232 supra) et est caractéristique de leur fonction.
A ces artefacts s'ajoutent également six conduits de plomb évasés (FIGURE 242) identifiés comme des entrées de lumière dans l'entrepont dans les rapports de fouille rédigés en 1993 et 2000[404]. La présence d'une ouverture beaucoup plus large sur une extrémité que sur l'autre pourrait aussi faire pencher l'identification vers des tuyaux de commodité, toutefois, la présence de verre sur leur partie la plus étroite a permis de rejeter cette hypothèse au profit d'un conduit d'éclairage. Si l'on en croit la description faite par l'auteur, la partie la plus étroite de cette feuille de plomb était positionnée sur la coque à l'aide de clous et renfermait le hublot de verre. L'autre extrémité, plus large, était quant à elle fixée à l'intérieure de la coque, sur le vaigrage.

[403] SHD Brest, 3A-7, 1785, folios 10v – 11 v.
[404] Ces artefacts n'ayant pas été publiés avec suffisamment de mesures il n'a pas été possible de les inventorier au cours de cette thèse. Ils portente les numéros suivants dans le rapport de fouille de 2000 : ALS 219/228/229/232/301 et 311.



Figure 242 : Exemple d'un tuyau de plomb servant à éclairer le navire sur l'épave du CSS *Alabama*, 1864 (Guérout, 2000, figure 38, p. 42)

Enfin, les rapports de fouille de 1990 mentionnent également la présence de deux tuyaux de plomb supplémentaires, positionnés le long du bordé tribord, autour de la cheminée du navire. Ceux-ci sont très courts, une vingtaine de centimètres, et présentent deux collerettes circulaires dont l'une est plus large que la deuxième (FIGURE 243). D'après Max Guérout, une cuvette de WC en céramique avait été découverte en 1988 encore insérée dans ce tuyau de plomb, ne laissant planer aucun doute sur leur usage.



Figure 243 : Tuyau de commodité retrouvé sur le CSS *Alabama*, 1864 (photo M. Blanc dans Guéroult, 1990, photo 1, p. 9)

Ainsi, cette découverte attestée confirme la très grande ressemblance morphologique entre les dalots, les écubiers et les conduits de commodité. Ici, la datation tardive de cette épave a rendu possible la découverte d'une cuvette en céramique encore associée à l'artefact, mais pour les navires plus anciens, il faut imaginer des structures en bois ayant de grands risques d'avoir disparues de nos jours. En l'absence de cet indice complémentaire, l'archéologue peut envisager une distinction fonctionnelle de tuyau de commodité d'après les dimensions de l'artefact, particulièrement court, associées à un dysmorphisme des deux collerettes dont la plus large se situe à l'intérieur du navire.

Ces caractéristiques étaient d'ailleurs déjà présentes sur l'un des tuyaux de plomb découverts sur l'épave plus ancienne du *Darmouth*, datant de 1690 et présentée plus haut (FIGURE 231). Le terme anglais associé à ces éléments est « pissedale pipes ».

Tentons donc de présenter ici de manière pratique et synthétique les diverses caractéristiques pouvant permettre la distinction de ces conduits : dalot, écubier, tuyau de commodité ou d'éclairage (TABLEAU 33).

Types de conduits	Morphologie	Dimensions	Position à bord	Mobilier associé
Dalot	Tuyau circulaire avec deux collerettes symétriques : circulaires ou disymétriques : circulaire et rectangulaire pour le XIXe. Profil en L possible à une extrémité	Variables suivant dimensions navire mais généralement longueur utile > 20 cm. Diamètre ouverture d'après sources écrites : 2 à 5 pouces suivant position à bord	Le long du bordé, sur chaque bord, dans l'axe du navire, sur tous les ponts	Clous à plomb
Ecubier	Supposée : tuyau circulaire avec deux collerettes symétriques : circulaires	Diamètre d'ouverture proportionné au rang du navire, généralement 9 à 12 pouces	A l'étrave du navire, deux sur chaque bord	Clous à plomb / Câble des ancres
Commodité	Tuyau circulaire avec deux collerettes disymétriques : circulaires mais l'une plus large que l'autre	Diamètre d'ouverture côté interne très large	Sur chaque bord du navire, à l'avant ou à l'arrière : zone des galeries ou bouteilles	Clous à plomb / Cuvette pour le XIXe
Eclairage	Tuyau en cône, plus large d'un côté que de l'autre, collerettes de fixation circulaires très petites	Diamètre d'ouverture côté interne très large	Sur les flancs, dans les niveaux inférieurs du navire	Clous à plomb / Verre pour le XIXe

Tableau 33 : Récapitulatif des divers indices d'identification des différents conduits en plomb pouvant être mis au jour archéologiquement (réalisation personnelle)

Comme on le voit, à ce stade ce tableau reste encore succinct mais présente de nouvelles pistes d'identification de ces conduites en plomb, très nombreuses dans l'architecture navale du XVIe au XIXe siècle et pourtant encore si mal inventoriées.

4.3. Le plomb dans le mobilier du bord

Maintenant que nous avons étudié le plomb intégré dans la structure interne du navire, il était nécessaire de s'attarder sur le mobilier en plomb présent à son bord. Comme nous l'avons déjà évoqué, les qualités si remarquables de ce métal : faible coût, facilité de travail, résistance à l'eau et aux sels et pesanteur élevée, en ont fait l'une des matières privilégiées pour l'équipement du bord. Ainsi, il occupe une très grande part de la vie des marins et se retrouve employé dans la quasi-totalité des postes d'équipage. Par le biais de son étude, il est donc possible d'appréhender une réalité encore méconnue de la culture matérielle des marins du XVIe au XIXe siècle et plus largement de celle des hommes de cette époque car les fonctions nécessaires à bord sont généralement communes au milieu terrestre.

Afin d'organiser au mieux notre propos, nous présenterons ces divers équipements suivant le rôle occupé à bord : artillerie, équipements généraux (pêche, métrologie, navigation, éclairage), agrès, objets personnels / loisirs et enfin les éléments encore non identifiés.

4.3.1. Artillerie

L'artillerie correspond au poste, après celui du calfat, employant les plus grandes quantités de plomb. En effet, ce métal lourd et peu onéreux présente les caractéristiques parfaites pour réaliser des projectiles efficaces, en grand nombre et à moindre coût comme le sont les balles de plomb. De plus, sa grande étanchéité fait de ce métal la matière la plus adaptée à protéger les éléments de mises à feu à savoir, la poudre et les mèches insérées dans la culasse des canons. Comme nous l'avons mentionné, le plomb est bien souvent employé pour doubler les soutes à poudre, mais il est aussi mis en œuvre, sous la forme de feuilles travaillées, pour recouvrir le trou permettant l'accès à la mèche sur le canon, à savoir sa lumière. On parlera alors dans ce cas de couvre-lumière.
L'aspect offensif et défensif des navires se développant sur toute la période étudiée, il parait cohérent que les quantités respectives de ces artefacts en aient fait de même. Toutefois, la prévoyance exigeait des armateurs qu'ils fassent embarquer des plombs en table de rechange, uniquement destinés à venir remplacer ces équipements pouvant être amenés à manquer[405].

[405] Ce point ayant déjà été vu au cours du chapitre 4.1.2. nous n'y reviendrons pas ici.

➔ Balles de plomb

Comme nous l'avions stipulé au tout début de ce volume, les balles de plomb représentent le type de mobilier le plus largement retrouvé archéologiquement[406]. L'usage d'armes portatives par l'ensemble de l'équipage à des fins offensives ou défensives permet de comprendre l'importance des volumes de munitions embarquées sur les navires, qu'ils soient armés pour la guerre ou pour le commerce. Cependant, malgré l'enjeu stratégique représenté par cet équipement, presqu'aucune définition n'a pu être retrouvée dans les dictionnaires de marine contemporains. Cette situation pourrait traduire implicitement l'aspect « banal » et quotidien de cet équipement militaire, auquel les auteurs ne prêtaient plus guère attention mais il pourrait également s'agir de la conséquence de sa non spécialisation maritime. Quoi qu'il en soit, il s'agissait pour nous d'analyser les caractéristiques intrinsèques des munitions en plomb du bord : mode de fabrication, calibres, modes de stockage et d'utilisation, et non de revenir sur les divers types d'armes à feu portatives qui leur étaient associées puisque ce sujet de recherche a déjà été traité par de nombreux spécialistes.

Revenons donc rapidement sur la création de ces projectiles de plomb[407]. Ces balles étaient réalisées à terre avant d'être chargées en grandes quantités lors de l'armement des navires. Certains inventaires d'arsenaux, comme celui du Havre de 1784, font état de moules présents dans leurs magasins généraux ou ateliers pour fondre ces balles de plomb : « *6 moules en cuivre pour fondre des balles* »[408]. Le reste de la documentation écrite évoque quant à elle un moule en fer en forme de pince pour le XVIe siècle, puis des moules allongés, au cadre en bois, pour créer jusqu'à une dizaine de balles lors d'une seule coulée au cours des XVIIIe et XIXe siècles.

Une illustration d'un moule en cuivre en forme de pince a été découverte sur un site internet présentant une reconstitution de la coulée des balles de plomb à l'époque moderne (FIGURE 244). Si cette pince semble parfaitement correspondre au dessin fourni par Agricola dans son traité, nous devons déplorer l'absence de source, nous empêchant ainsi de dater cet élément précisément.



Figure 244 : Cuillère et moule pour réaliser des balles de plomb (http://woodsrunnersdiary.blogspot.fr/2013/11/research-small-bar-lead-for-making-shot.html)

[406] Près de 9362 balles de plomb ont été découvertes sur le littoral français et ont pu faire l'objet d'enregistrements complets dans notre base de données. Elles représentent donc 94,2 % du mobilier issu du littoral français exploitable ici.
[407] Ce point a déjà été présenté plus longuement au chapitre 2.4.3. de ce volume.
[408] AN Mar D1-37, 1784.

Malgré l'importance des quantités embarquées, il n'était pas rare que les marins se retrouvent à cours de munition lors de leur navigation. Pour pallier ces manques pouvant leur être fatal, des plombs en table étaient aussi embarqués au service du maître d'arme ou du maître canonnier suivant les cas. Ces rouleaux pouvaient ainsi être fondus pour reconstituer le stock de balles de plomb directement à bord. Des inventaires d'armement signalent ainsi la présence de ces moules, aussi nommés pince-balles[409], au titre de l'équipement du calfat ou du maître d'armes mais restent eux aussi lacunaires quant à leur morphologie exacte. Ainsi, la découverte d'un certain nombre d'exemples archéologiques est précieuse pour mieux comprendre les caractéristiques de ce travail du bord.

L'exemplaire le plus ancien découvert à ce jour est celui provenant de la *Lomellina*, naufragée en 1516 dans la rade de Villefranche. Il s'agit de la moitié d'un moule en pierre sur lequel on distingue le canal de coulée creusé dans la pierre ainsi que les deux balles de plomb créées (FIGURE 245). L'élément présenté ci-dessous n'est donc que la moitié du moule initial puisqu'il faut envisager deux demi-creux afin de créer finalement une balle sphérique. Le conduit aménagé permet l'apport du plomb en fusion jusqu'aux creux destinées aux balles mais lors du refroidissement il faut couper le supplément de plomb qui s'y trouvera encore. C'est de cette étape que découle la trace en relief visible sur la quasi-totalité des balles de plomb et qu'on nomme nomme le jet.



Figure 245 : Moule en pierre contenant encore des balles de plomb en cours d'élaboration, découvert sur la *Lomellina*, 1516 (Guérout, 1984, photo 17 des annexes)

L'ouvrage de référence sur la fabrication de ces balles de plomb rédigé par J. Madelaine et déjà évoqué précédemment revient en détail sur la présence de ces stigmates : « *il n'importe pas seulement que les balles soient sans soufflure, il faut surtout qu'elles soient sphériques, pour l'avantage des portées, de la justesse du tir, et pour le chargement du fusil, il faut que, dans quelque sens qu'on les présente, elles entrent avec la même facilité dans le canon ; il convient par conséquent que le jet soit très bien coupé, car pour peu qu'il offrit de saillie, on pourrait regarder la balle comme ayant 1, 2, 3 points de plus, et du diamètre de 18, 17, 16 au*

[409] L'inventaire déjà cité de désarmement du vaisseau la *Paix* en 1713 mentionne des pinces-balles dans les articles du calfat.

lieu de celui des balles de 18, 19 à la livre »[410]. Grâce à cette description précise on comprend donc à quel point il était important que les balles de plomb soient correctement détachées du plomb restant dans le canal de coulée. De plus, l'auteur évoque ici la « soufflure » comme autre élément nuisible à la forme sphérique des balles. Il s'agit cette fois de l'épaisseur de plomb pouvant s'accumuler à la jonction des deux parties du moule, formant ensuite une ligne en relief sur tout le tour de la balle (FIGURE 246). Cette photo témoigne de l'irrégularité des balles de plomb, malgré toutes les précautions signalées ci-dessus.



Figure 246 : Lot de balles de plomb découvertes sur *L'Aimable Grenot*, 1749, Num 235. Relief du jet encerclé et soufflure désignée par une flèche (photo M. Veyrat)

L'exemplaire archéologique suivant correspond au moule mis au jour sur l'épave du *San Diego*, coulé en 1600 à Manille en Espagne (FIGURE 247).On constate que ce moule, découvert un siècle plus tard, ne présente plus la même morphologie. En effet, il s'agit ici d'une structure en bois allongée composée de deux parties refermables. Cette forme de moule ressemble fortement à celle illustrée dans *l'Enclyclopédie* de Diderot et nous permet donc d'envisager une apparition de cette production en série dès le XVIIe siècle, soit plus ancienne de près d'un siècle par rapport à ce qui avait été établi d'après les données écrites.
Chacune de ces parties est creusée de demi-sphères de deux diamètres différents. Les plus petites sont les plus nombreuses. Elles sont disposées en deux rangées de sept trous parallèles. Le deuxième diamètre est quant à lui plus important et est constitué d'un seul trou situé à l'extrémité de chaque face de ce moule. Celui-ci, une fois refermé, pouvait donc produire, en une seule coulée, près de 14 balles de plomb de faible diamètre et une plus importante simultanément. Les premières servaient ensuite de munitions pour les armes portatives, tandis que le deuxième diamètre était quant à lui destiné à créer ici des balles ramées, c'est-à-dire deux balles de plomb reliées entre elles par un ressort métallique afin de créer une détente lors du tir et ainsi, de les faire tournoyer et leur fournir une force d'impact plus importante.

[410] MADELAINE 1827, p. 13.

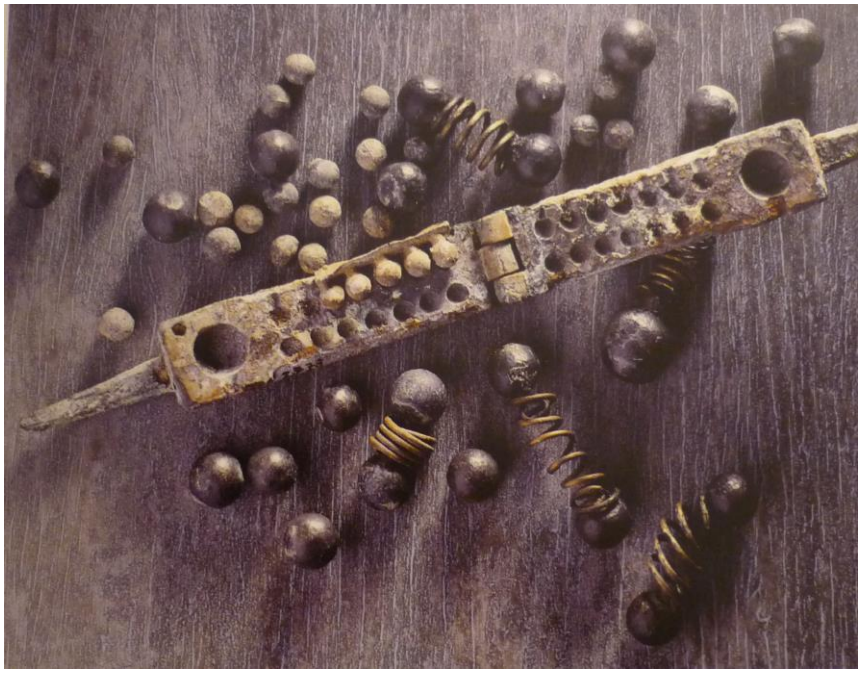


Figure 247 : Moules pour balles de plomb et boulet ramé, découvert sur l'épave du *San Diego*, 1600 (Carre, Desroches, Goddio et Giordan, 1994, p. 200)

On constate également sur cette photo la présence d'une série de balles de plomb toujours insérées dans le moule. Celles-ci sont encore reliées entre elles par une ligne de plomb ; il s'agit du plomb présent dans le conduit de coulée qui s'est solidifié et qu'il faudra ensuite ôter par découpes afin de libérer chacun des balles.

L'artefact du *San Diego* correspond donc à un moule créé à l'avance, spécifiquement pour cet usage, tandis que le moule en pierre découvert sur la *Lomellina* peut quant à lui avoir été creusé directement à bord du navire tellement sa confection est simple. Ce type de moule en série pourrait correspondre au « pince-balles » nommé par les sources écrites. Un certain nombre de sites internet actuels présentent encore de tels moules à l'achat ce qui témoigne de la très grande continuité technologique ayant existé dans le procesus de coulée de munitions en plomb (FIGURE 248).



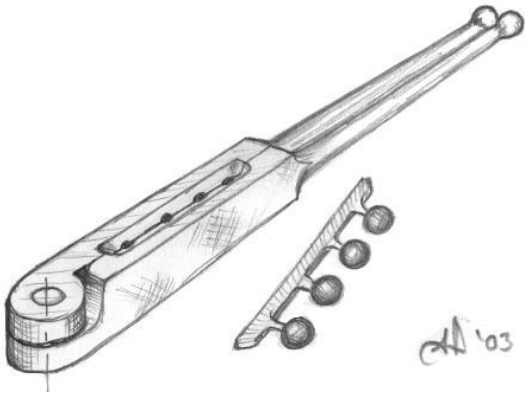


Figure 248 : Pinces-balles époque moderne et dessin d'un pince-balle avec sa production de balles en série, reliées les unes aux autres par le surplus de plomb lors de la coulée (http://paras.forumsactifs.net/t1632-cartouche-chassepot et https://experiencearcheologiepublique.wordpress.com/lartefact-mystere/)

Sur ces exemplaires modernes on constate qu'une seule ligne de balles est aménagée, que le manche est toujours en bois mais que la partie refermable du moule est quant à elle réalisée en cuivre. C'est d'ailleurs cette même combinaison de matériaux qui a été découverte archéologiquement sur l'épave du *Hollandia*, naufragée en 1743 (FIGURE 249). Ce moule semble présenter un manche en bois très court et une structure en cuivre en deux parties. Une unique rangée de creux destinés aux futures balles de plomb a été aménagée, associée à un conduit situé à leur base pour permettre le passage du plomb en fusion.

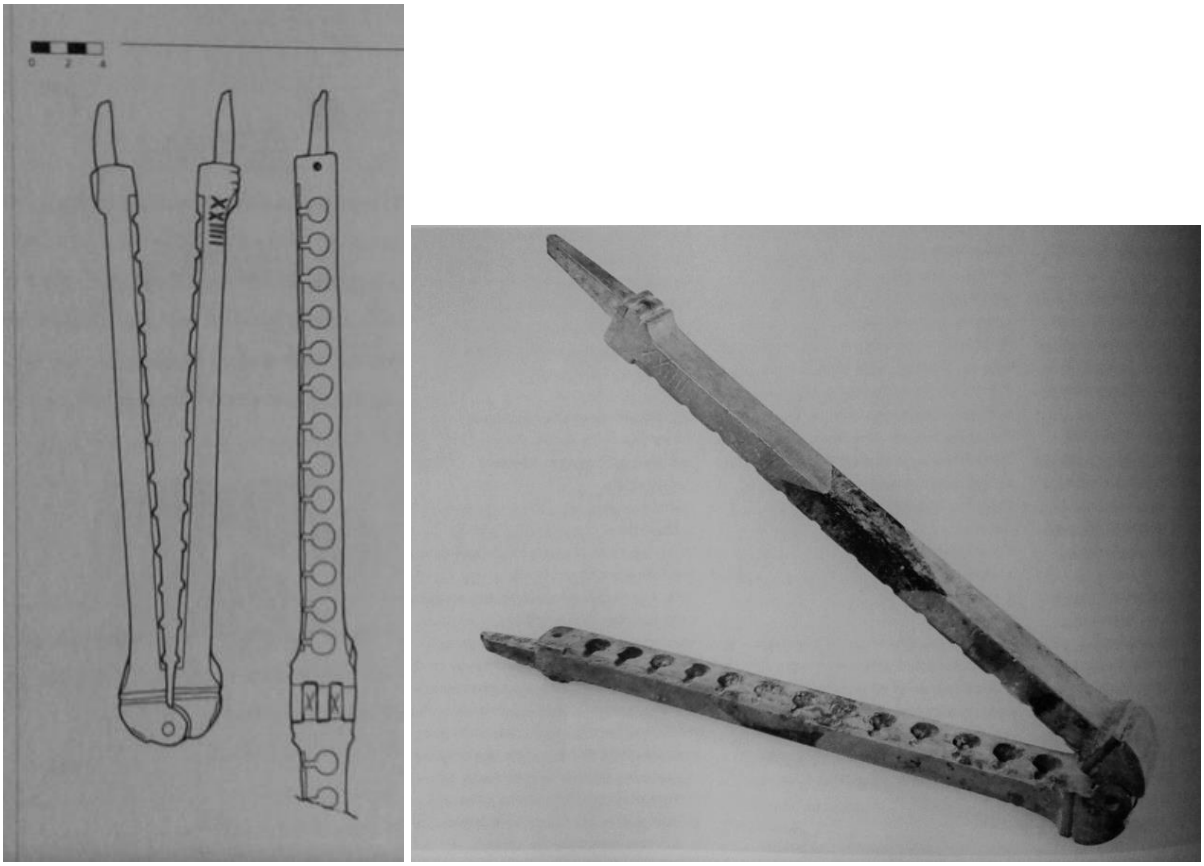


Figure 249 : Moule à balles, en cuivre découvert sur l'épave du *Hollandia,* 1743 (dessin et photo Gawronski, 1992, p. 276)

Il semblerait donc que les moules à balles se soient progressivement améliorés, passant d'une simple pince métallique pour une balle unique au XVIe siècle à des moules permettant la production simultanée de plusieurs balles, parfois de calibres variés dès le XVIIe siècle. Ceux-ci semblent ensuite s'affiner et passer progressivement du bois au cuivre comme matériau de fabrication.

Les balles ainsi créées ont donc un calibre défini à l'avance par la dimension de leurs moules, toutefois, la distinction archéologique de cette mesure n'est pas toujours aisée tant leur morphologie peut avoir été perturbée lors de leur production, de leur stockage ou encore du naufrage. Ainsi, certaines balles sont retrouvées presque totalement écrasées ce qui ne permet pas de restituer leur diamètre initial et laisse planer le doute quant à leur identification (FIGURE 250). En effet, comme nous le détaillerons plus loin, certains poids de mesure en plomb pouvaient être extrêmement petits pour peser les poudres notamment.

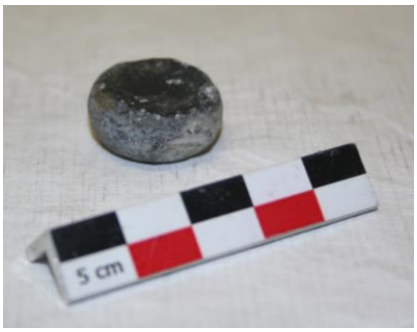


Figure 250 : Balle de plomb écrasée découverte sur le gisement C des épaves de la bataille de la Hougue, Tatihou, 1692 (photo M. Veyrat)

De plus, certains stigmates du processus de production peuvent influer sur le diamètre final de la balle. Ainsi, afin de parer à cette contrainte qui devait exister dès le début de l'artillerie portative, il a officiellement été choisi de distinguer les différents calibres de munition non d'après leur diamètre mais d'après leur masse[411]. Romain Moyon dans sa recherche de Master sur les armes portatives l'explique d'ailleurs clairement : « *Tout au long des XVII*ème *et XVIII*ème *siècles, l'usage des balles en plomb est avéré. C'est un matériau qui ne coûte pas cher, disponible en grande quantité et facile à fondre. Les balles étaient donc fabriquées manuellement à l'aide de moules et les différents calibres dépendaient des armes (fig. 38). Le système de description des calibres des pistolets fut défini peu après leur apparition. Il était basé sur le nombre de balles pouvant être fondu dans une livre anglaise de plomb (454g). La livre anglaise est ensuite remplacée par la livre française dite « de Paris » en 1795 (489g). Un calibre 16 tire donc des projectiles pesant exactement 28,25g alors que la balle d'un calibre 80 ne pèse que 5,7g. La plus petite balle considérée comme ayant un pouvoir d'arrêt correspond environ au calibre 120. Depuis le fusil de 1717 jusqu'au modèle 1777, les balles de plomb avaient des calibres variables, allant de 15.5mm à 16.8mm selon le modèle de l'arme. Les diamètres des canons étaient donc très*

[411] Se référer au chapitre 2.4.3. pour plus de données documentaires sur ce lien entre le diamètre et la masse des balles.

aléatoires. Avec la création du fusil 1777, le calibre des fusils se standardise à 17,5mm et 16,5mm le projectile, soit une balle de 18 à la livre. Ce calibre restera standard jusqu'en 1816 »[412].

Calibre	Poids de la balle	Diamètre de la balle
1	454 g	42.4 mm
8	56.7 g	21.3 mm
10	45.4 g	19.7 mm
20	22.7 g	15.6 mm
32	14.2 g	13.3 mm
50	9.1 g	11.4 mm
80	5.7 g	9.8 mm
120	3.7 g	8.1mm

Figure 251 : Tableau récapitulatif de la correspondance entre les calibres, les masses et les diamètres réels des balles de plomb (MOYON, 2015, Fig. 38, p. 28)

Ainsi, pour évaluer archéologiquement le calibre d'un projectile il faut le peser de manière très précise et savoir quel référentiel de masse était employé lors de leur coulée. En effet, le tableau fournit ici par Romain Moyon ne se réfère qu'à une livre anglaise (454 g) ; or nous savons qu'à la période moderne différentes valeurs de livres existaient suivant les pays concernés. Une limite supplémentaire à cette identification du calibre réside dans le fait que sur certains sites, ce sont des milliers de balles de plomb qui ont pu être remontées et il a été choisi, suite aux contraintes de temps liées à cette recherche et aux fouilles menées, de ne pas enregistrer ces balles une par une mais par lots. La détermination des différents calibres présents dans ces lots n'a été possible, dans ces cas, que par un repérage visuel des différences les plus importantes puis par une pesée des balles sélectionnées.

Il semblerait d'une manière générale que trois grands types de munitions en plomb puissent être distingués. Il s'agirait d'une part des balles pour armes portatives dont le calibre peut varier de 50 à 17 environ, puis des balles les plus petites qu'on nomme « mitraille » ou « bird shot » en anglais, inférieures à un calibre 120 et enfin les plus larges, supérieures à un calibre 10. Ces dernières servant de balles-ramées, de munitions de fusils ou encore de « grappe de raisin » c'est-à-dire de balles regroupées et insérées dans un filet afin de servir de projectile aux canons (FIGURE 252).

[412] MOYON 2015, p. 28.

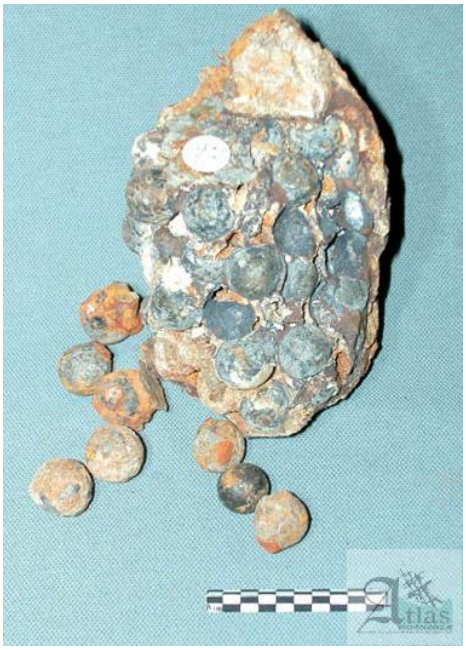


Figure 252 : Grappe de raisin contenant encore des balles de plomb stockées à l'intérieur et découvert sur l'épave de *L'Alcide*, 1747 (photo base de données Atlas, ADRAMAR)

La mitraille quant à elle est employée comme projectile pour armes à feu mais principalement pour chasser du petit gibier. Ces trois types de munitions ne sont pas forcément présentes simultanément dans l'armement d'un navire.

Toute la question aujourd'hui est de savoir quelles appellations donner à ces divers calibres de munition. En effet, certaines des distinctions d'armes à feu employées de nos jours ne correspondaient pas forcément avec la réalité de l'époque.

Un inventaire du matériel devant équiper les navires du Ponant, rédigé en 1696 pour la marine royale distingue des balles de plomb de 18 à la livre pour les fusils ordinaires, mousquets et mousquetons, de balles de 20 à la livre pour armer les pistolets[413]. Cette description nous permet de réaliser à quel point les différences de calibre entre toutes ces armes à feu portatives étaient infimes. Des spécifications se développeront ensuite peu à peu au cours du XVIIIe siècle.

Ces munitions représentaient des biens précieux puisqu'elles permettaient aux hommes d'être en mesure de se défendre et de protéger leur navire, mais aussi d'être en capacité de réaliser des prises intéressantes. De ce fait, leur stockage était soumis à de nombreuses précautions : les munitions étaient placées dans des contenants fermés, telles que des caisses ou des tonneaux de bois, et soumises à la garde du maître d'armes ou du maître canonnier du bord qui était le seul, avec le capitaine, à en avoir la clef. Plusieurs sources écrites évoquent ce mode de stockage mais aucune ne précise si le type de contenant variait suivant le calibre

[413] AN Mar G 222, 1696, folio 17.

des munitions ni si les balles étaient concentrées en une seule zone du navire ou réparties en son sein[414].
La documentation archéologique en est d'autant plus précieuse mais à ce jour, aucun vestige antérieur à la fin du XVIIe siècle n'a pu être mis au jour. Ainsi, à notre connaissance, on dénombre cinq sites archéologiques ayant livrés de tels contenants. Il s'agit des épaves de la *Belle* coulée au Texas en 1684, de *L'Amsterdam* naufragé en 1749, du *Soleil Royal* de 1759, de la *Sophia Albertina* coulée en 1781 et enfin de Deltebre 1 perdu sur la côte espagnole en 1813.

Le site de la *Belle* a livré l'un des exemples les mieux préservés de ce mode de stockage des munitions en tonneaux (FIGURE 253). Il s'agit de l'un des quatre navires de l'expédition menée par René-Robert Cavalier de La Salle dans le Golfe du Mexique pour y établir une colonie française à l'embouchure du Mississipi. Ce navire, armé pour la guerre et destiné à approvisionner une nouvelle colonie en munitions, transportait donc des volumes d'artillerie très importants comme cargaison. Ainsi, près d'un tiers des tonneaux découverts sur le site contenaient des balles de plomb, ce qui représente 976 987 éléments soit 1 500 kg environ (soit 1,5 tonnes)[415]. Ces tonneaux étaient scindés en deux groupes à bord, avec d'une part, au centre du navire, ceux contenants les balles les plus larges mesurant entre 1,1 et 2,4 cm de diamètre, et d'autre part, les tonneaux contenant la mitraille, de 2 à 5 mm, isolés dans la zone nommée Lazarette[416] (FIGURE 254). Cette répartition se repère très bien sur le plan du site joint ci-après.



Figure 253 : Tonneaux contenant les réserves de munitions du navire la *Belle*, Texas, 1684 (photo Brad Jones)

[414] L'inventaire de désarmement du vaisseau la *Paix* en 1713 déjà cité mentionne par exemple la présence de « *deux caisses avec ses charges de fusil* » dans les articles du maître d'armes.
[415] D'après les archéologues Donald Keith et Kiona Smith qui ont étudié de près les munitions de la *Belle*, il semblerait que le navire ait initialement été chargé de 14 669 kg de balles de plomb. Ainsi seuls 10% de cette cargaison a été retrouvée, le reste ayant été récupéré après le naufrage du navire.
[416] D'après certains dictionnaires, cette appellation renvoie à un espace de rangement, un compartiment, situé sur l'arrière du navire.

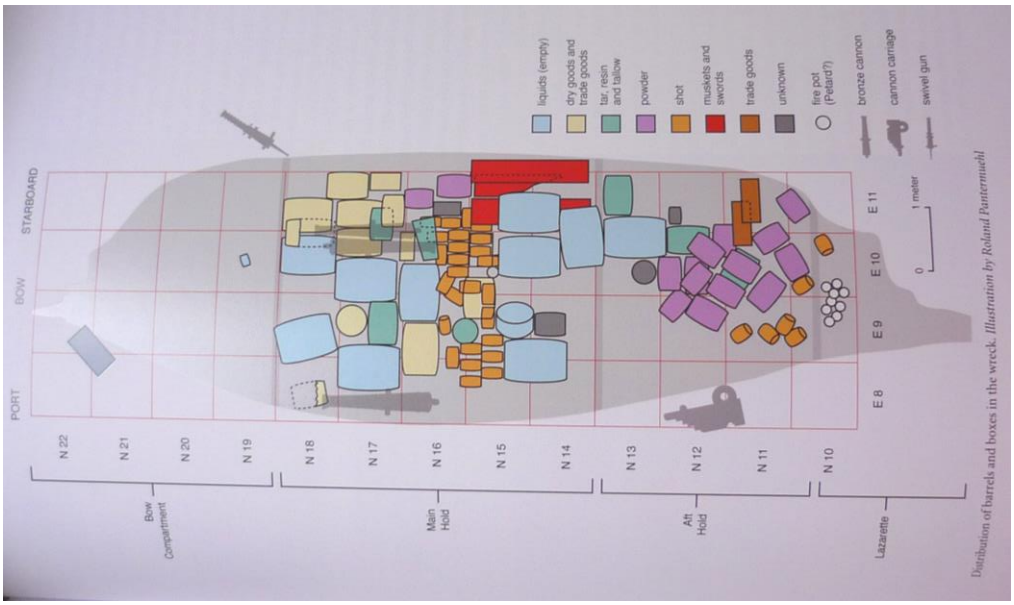


Figure 254 : Plan du site de la *Belle*, 1684, et répartition des tonneaux de balles de plomb en orange (dessin Roland Panternuchl dans Bruseth and Turner, 205, p. 96)

Les tonneaux utilisés ici peuvent renfermer près de neuf litres de contenu. Les responsables de la fouille, James Bruseth et Toni Turner précisent que plusieurs modules de balles ont été découverts mélangés dans les tonneaux du centre du navire. Ils supposent donc que le calibrage des balles de plomb n'étant pas encore standardisé au XVIIe siècle, que les tonneaux ont été remplis indifféremment de balles de divers diamètres mais dont on savait qu'elles rentreraient dans n'importe lequel des canons des armes à feu du bord. Il semble peu probable que les marins aient eu le temps de trier une par une les balles de plomb parfaitement adaptées à leurs armes dans l'urgence des combats.

Une épave d'une autre nationalité vient confirmer ce mode de stockage. Il s'agit de *L'Amsterdam*, navire de la VOC coulé en 1749 sur lequel ont également été découverts des tonneaux de bois, d'une capacité de onze litres environ (35 x 24,5 cm) contenant des munitions en plomb de 1,6 cm de diamètre (FIGURE 255). Ces balles de plomb sont de 14 à la livre, mais ici la livre de référence est celle d'Amsterdam, soit 494 grammes. Ainsi, chaque balle vaut environ 35,3 grammes.
Le responsable de la fouille de cette épave, Jerzy Gawronski, précise dans son étude qu'un tonneau de balles est mentionné dans l'inventaire d'armement du navire, sous l'appellation « ship's ammunition » soit en français : munitions du navire. Nous comprenons donc qu'il ne s'agit pas ici d'une cargaison destinée à être délivrée en un point donné, mais plutôt de l'équipement du navire, supposé être utilisé au cours de la navigation.

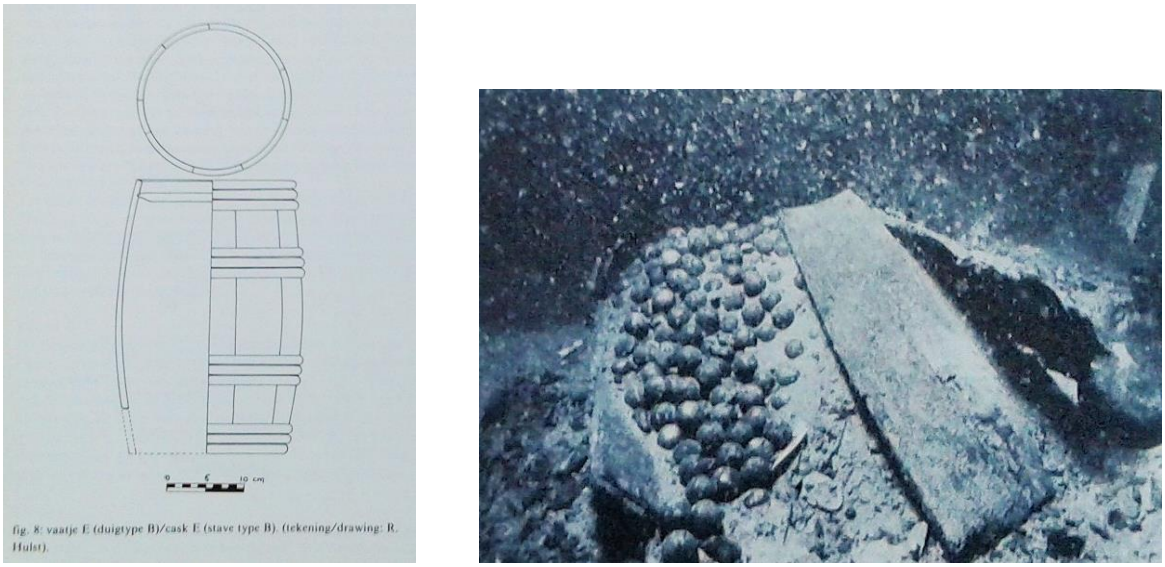
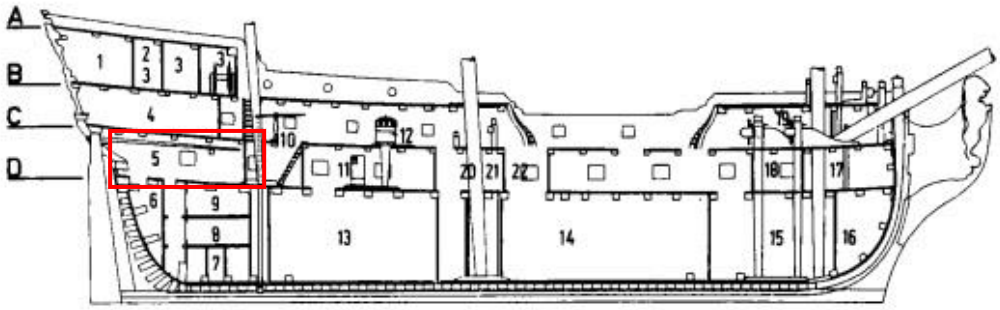


Figure 255 : Tonneau contenant des balles de plomb sur l'épave de *L'Amsterdam*, 1749 (dessin R. Hulst et photo J. Lawrence dans Marsden, 1986, fig. 8, p. 84)

Le tonneau présenté ici a été découvert en zone 5 du plan du bâtiment, et il est frappant de constater que son stockage est en position centrale, dans l'entrepont et non dans une cale comme les cargaisons, afin d'être plus facilement accessible en cas de besoin (FIGURE 256).



A. Poop deck
B. Quarter deck
C. Upper deck
D. Lower deck

1 Captain's cabin
2 Captain's sleeping cabin
3 Officers' cabins
4 Main cabin
5 Gunroom
6 Cablewell
7 Gun powder room
8 Cartridge locker
9 Bread and sails room
10 Pumps
11 Bellows
12 Capstan
13 Drinking water and victuals hold
14 Main hold
15 Drinking
16 Bosun's goods storage
17 Main anchor cables storage
18 Light ropework storage
19 Forecastle with double riding bitts
20 Galley
21 Steward's room
22 Main hatch

Figure 2. The interior layout of the East Indiaman of 150 ft, 1742 (drawing: A. F. Hoekstra).

Figure 256 : Plan de distribution des activités et des artefacts à bord de *L'Amsterdam*, 1749. Le tonneau a été retrouvé en zone 5 (Gawronski, 1990, fig. 2, p. 55)

L'épave du *Soleil Royal*, presque contemporaine puisque perdue en 1759, a elle aussi livré une grande quantité de balles de plomb dont certaines étaient encore enfermées dans un tonneau. D'après le rapport de fouille, il s'agit ici d'un tonnelet de 15 centimètres de diamètre contrairement aux tonneaux vus précédemment de plus de vingt centimètres : « *plus de 3000 balles de fusil ont été colletées ; elles ont un diamètre variable de 1,75 cm et 1,43 cm […] Le fond d'un tonnelet de 15 cm de diamètre avec quelques lattes de châtaigner a été reconnu, il était rempli de balles de fusil* »[417]. Toutefois, l'absence d'illustration ou de dessin de ces vestiges ne nous permet pas d'autres comparaisons morphologiques et de plus, il n'est pas précisé si les calibres contenus y étaient mélangés ou s'ils étaient standardisés. Enfin, nous n'avons pu retrouver le positionnement de ce tonneau sur l'épave ce qui nous empêche d'identifier ce vestige comme un équipement du bord ou une cargaison.

L'emploi de caisses de bois pour contenir ces balles de plomb est aussi attesté archéologiquement. En effet, le navire de la couronne de Suède, le *Sophia Albertina*, coulé en 1781, présentait quant à lui une caisse en bois rectangulaire presque entière, à moitié remplie de balles de plomb (FIGURE 257).



Figure 257 : Caisse en bois au centre de l'épave, et une fois sortie de l'eau, contenant l'ensemble des balles de plomb retrouvées sur le site de la *Sophia Albertina*, 1781 (photos P. Leensen et H. Schraal, RCE, dans Overmeer, 2012, illustrations 25 et 26, p. 32)

Cette caisse mesure 50 x 22,5 x 21,5 cm ce qui représente une capacité de 24 188 cm3 soit près de 24 litres. Les balles stockées mesurent entre 1,09 et 1,2 cm de diamètre ce qui est

[417] Rapport de fouille du *Soleil Royal* au Croisic, 1982, p. 28.

relativement standardisé. En effet, comme nous l'avons vu, le moindre ajout de quelques centilitres de plomb fondu supplémentaires peut faire varier la dimension de l'objet coulé. Ainsi, une variation de moins de 0,1 cm telle que celle des balles de cette caisse ne peut être interprétée comme résultant d'une action volontaire. Ainsi, il semble que les marins aient ici embarqué un calibre unique, destiné aux armes à feu les plus petites comme les mousquets par exemple.

Pour le XIXe siècle enfin, le site de Deltebre 1 est une référence précieuse puisqu'à l'instar de la *Belle*, il s'agit d'un navire de guerre ayant livré d'importantes quantités de cargaison de munitions en plomb, stockées dans des tonneaux et dans des caisses en bois rectangulaires encore préservés (FIGURE 258). Ce navire anglais a fait naufrage dans l'embouchure de l'Elbe en Espagne le 20 juin 1813 en essayant de ravitailler ses troupes[418]. La cargaison est estimée d'après les archéologues à trois tonnes de balles de plomb, stockées en fond de cale. Pour stabiliser cette cargaison en créant un plan de pose, et potentiellement l'isoler de l'humidité, un lit de gravier a été amenagé en fond de cale.

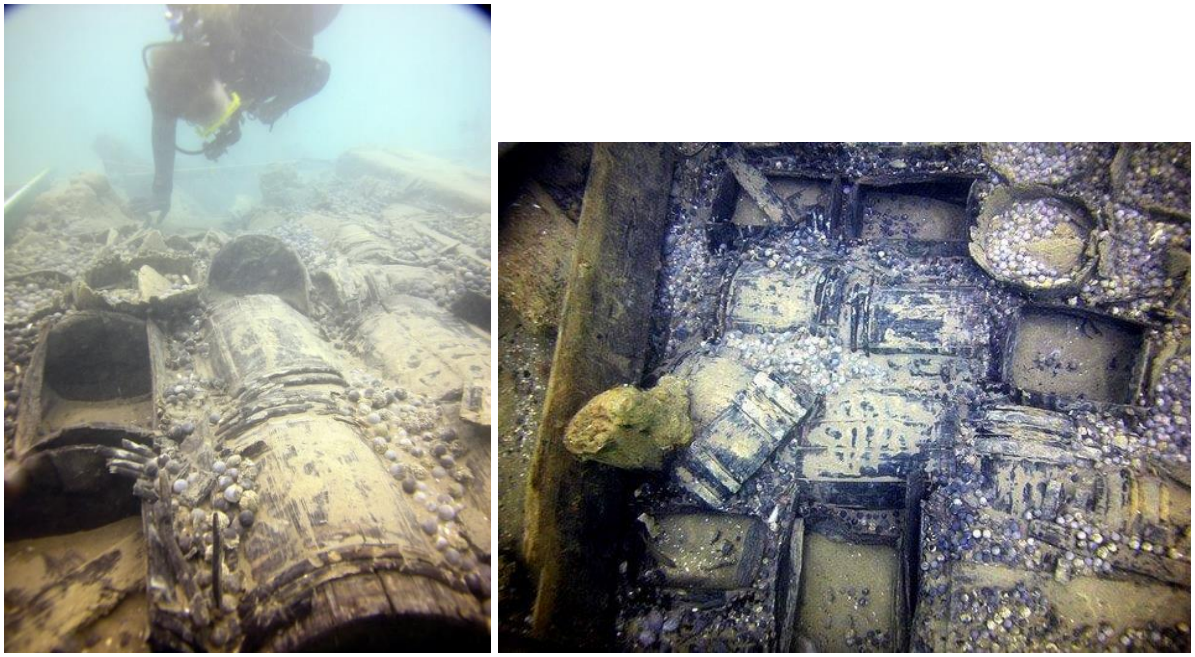


Figure 258 : Cargaison de tonneaux contenant des balles de plomb sur l'épave de Deltebre 1 en Espagne, 1813 (photos Gustau Vivar, CASC)

Sur certains couvercles de tonneaux, des indications peintes ont pu être repérées, mentionnant la destination des balles renfermées, ici pour des mousquets, la cartouche (cartridge en anglais) ou encore portant la signature du maître artisan les ayant produites (FIGURE 259). Ces indications peuvent laisser imaginer ici une séparation précise des balles de plomb suivant le type d'arme à feu qu'elles devaient équiper mais en l'absence de données publiées à ce sujet il ne sera pas possible d'étayer cette hypothèse puisque nous n'avons pas accès aux mesures des balles de plomb y étant contenues.

[418] VIVAR, GELI et NIETO 2014, p. 279-287.



Figure 259 : Détail d'un tonneau contenant des balles de plomb et des marques peintes retrouvées dessus, épave de Deltebre 1, 1813 (Vivar, Geli et Nieto, 2014, figure 2, p. 281)

Les découvertes actuelles nous permettent d'établir que le choix d'une caisse ou d'un tonneau pour contenir les balles de plomb pourraient dépendre de traditions locales mais aussi s'adapter aux quantités à transporter puisque les caisses semblent être plus volumineuses. A notre connaissance aucune n'a été découverte antérieurement à la fin du XVIIIe siècle ce qui nous interdit d'étendre cette remarque aux périodes plus anciennes. L'attention portée aux nouvelles découvertes de ce type et à l'exploitation des futures données du site de Deltebre 1 pourront nous permettre d'affiner ces réflexions.
Une évolution allant vers une plus grande standardisation des calibres de balles en plomb produites et un stockage différencié à bord des navires semble également avoir eu lieu au cours du XVIIIe et du XIXe siècle.
Enfin, il semblerait que les cargaisons de munitions aient été stockées en fond de cale, tandis que les balles destinées au service du bord étaient installées dans l'entrepont, sous la garde du maître d'armes, afin d'être aisément accessibles en cas de besoin.

Il faut signaler ici qu'un site archéologique a révélé un mode de sotckage un peu différent des précédents. En effet, sur le site de la *Bayonaisse* naufragée en Espagne en 1803, aucun contenant mobile fermé n'a été découvert *in situ* alors que le navire transportait bien des balles de plomb. Celles-ci y étaient regroupées dans un renfoncement carré de type « puit à boulet », c'est-à-dire un aménagement créé directement dans la structure interne du navire (FIGURE 260). Malheureusement celui-ci n'est pas indiqué sur le plan de l'épave fourni dans la documentation aussi il nous est impossible de le restituer dans sa position initiale, ni de pouvoir ainsi la comparer à celle des divers contenants vus plus hauts.



Figure 260 : Renfoncement dans l'architecture de la *Bayonaisse*, 1803, permettant le stockage direct des balles de plomb (photo Joe Casaban sur http://www.galicianshipwrecks.com/FinisterreShipWrecks/en/portfolio-view/bayonnaise/)

En dehors de ces stockages de réserve, une partie des munitions était distribuée dès le départ à l'équipage afin qu'il soit en permanence paré au combat. Les marins conservaient leurs balles dans des rangements portatifs nommés « gargousses » (FIGURE 261)[419]. Ces petits contenants en cuir ou papier étaient ensuite attachés à une ceinture afin de permettre au combattant de recharger immédiatement son arme.

[419] Le dictionnaire de Marine d'Aubin fournit la définition suivante pour ce terme : « *gargousse ou cartouche à fusils, mousquets, pistolets. Elle contient seulement de la poudre & du plomb, envelopez dans de gros papier* ». AUBIN 1702, p. 458.



Figure 261 : Tireur portant autour de sa taille un certain nombre de gargousses (gravure de De Gheyn, 1607)

Rares sont les exemples archéologiques de ces équipements tant leurs matériaux constitutifs sont fragiles mais les épaves *Ariane et Andromaque*, toutes deux coulées en 1812, en ont révélé un exemplaire particulièrement intéressant. Ainsi, d'après les informations du rapport rédigé par le groupe de recherche ayant exploré ces épaves, soit le GRASU, en 1998 on apprend que les balles étaient insérées dans deux rangées de douze creux, aménagés dans une structure en bois de 30 cm de long pour 4,5 cm de large (FIGURE 262). C'est cette structure portative en bois qui était ensuite entourée de cuir, regroupée avec d'autres dans une sorte de mallette en cuir et suspendu à une ceinture ou un baudrier. On nomme giberne ou gargoussière cette structure de rangement portative.

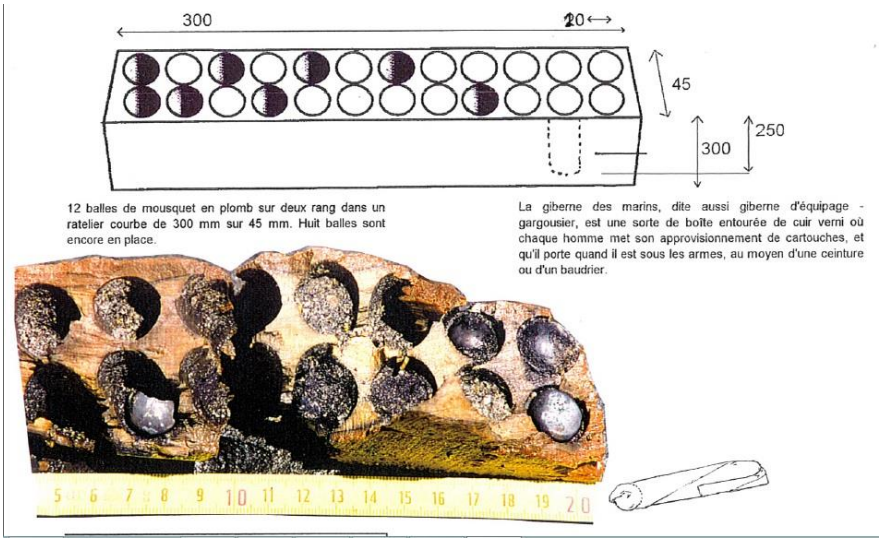


Figure 262 : Giberne contenant encore des balles de plomb, retrouvée sur les épaves de *L'Ariane et Andromaque*, 1812 (photo et dessin Association Ariane et Andromaque, 1998, p. 34)

Ainsi, l'épave du *Hollandia*, coulé en 1743 a livré quant à elle des gargousses de cuivre contenant les balles de plomb, et stockées dans une giberne en cuir que le marin portait à sa ceinture.

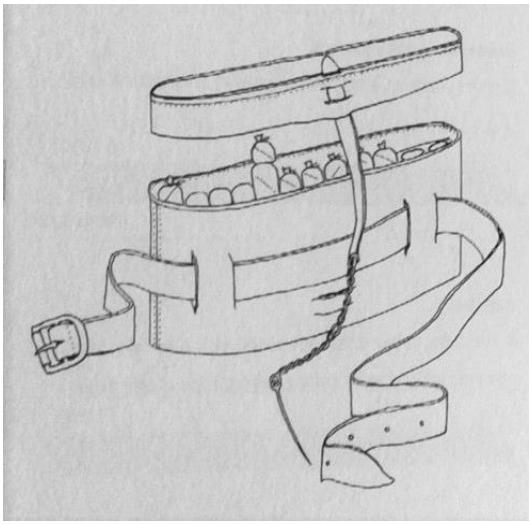


Figure 263 : Giberne en cuir contenant des porte-gargousses en cuivre découvert sur l'épave du *Hollandia*, 1743 (dessin dans lexique Gawronski *et al.*, 1992, 25.2, p. 173)

Les balles de plomb destinées au service du bord peuvent donc être regroupées et stockées dans des contenants spécifiques, sous la garde du maître d'armes ou du maître canonnier, ou être réparties, pour tout ou partie, entre les divers soldats et matelots du bord, surtout par temps de guerre ou de risque de piraterie. Ces diverses situations sont particulièrement bien illustrées par la comparaison de la répartition des munitions de plomb sur les deux épaves de la Natière. Cet affleurement rocheux à l'entrée de Saint-Malo a causé le naufrage de deux frégates dont la fonction était très différente, ce qui impacte directement la répartition des balles de plomb (FIGURE 264). En effet, la première, Natière 1 ou la *Dauphine* était armée pour la course quand elle fit naufrage en 1704, tandis Natière 2, alias *L'Aimble Grenot*, venait de sortir du port et faisait route pour commercer avec Cadix au moment d'heurter l'écueil en 1749.

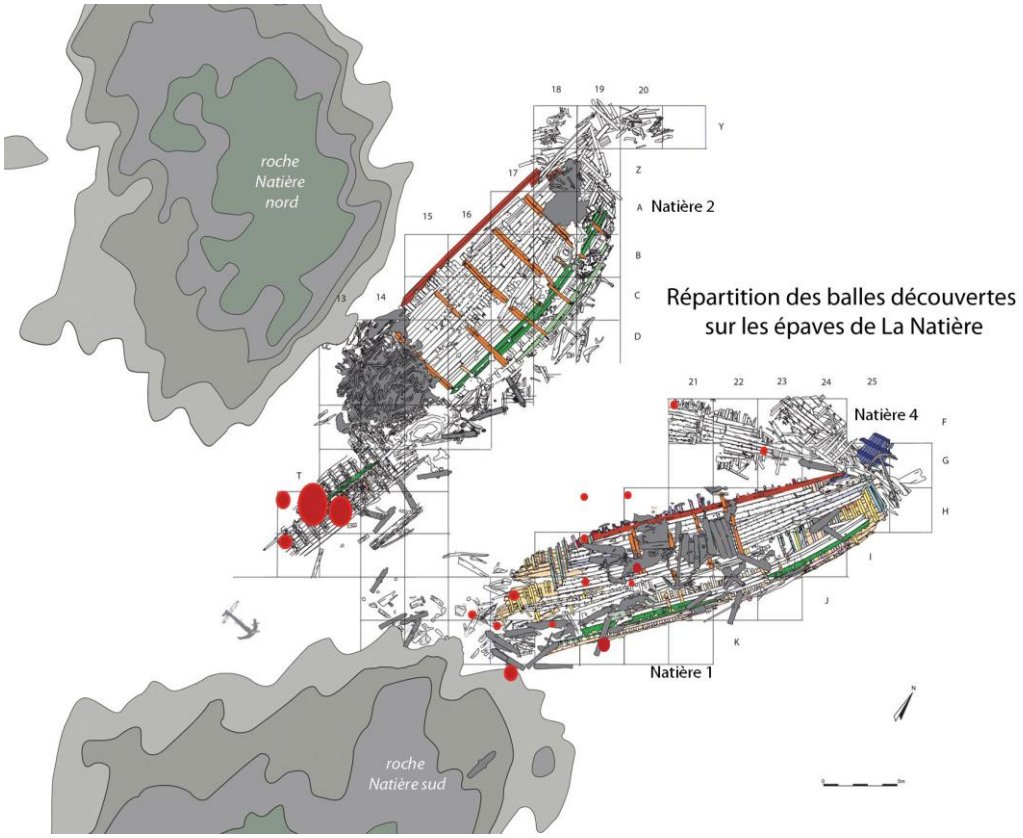


Figure 264 : Plans des épaves de la Natière montrant la répartition des balles de plomb (plan E. Veyrat 2008, modification M. Veyrat 2014)

Sur Natière 1, les balles de plomb ont été découvertes réparties dans la totalité du navire, témoignant ainsi de leur perte par des marins encore parés aux combats qu'ils venaient de mener, tandis que sur Natière 2, les munitions apparaissent très concentrées dans le navire, encore en position de stockage en zone arrière. La découverte de pistolets encore chargés sur l'épave de Natière 1 semble d'ailleurs cette hypothèse (FIGURE 265). Toutefois, il est aussi envisageable que les canons et armes portatives aient été gardées armées en permanence afin de réduire les risques d'entrée d'humidité dans le canon de l'arme, via sa lumière.

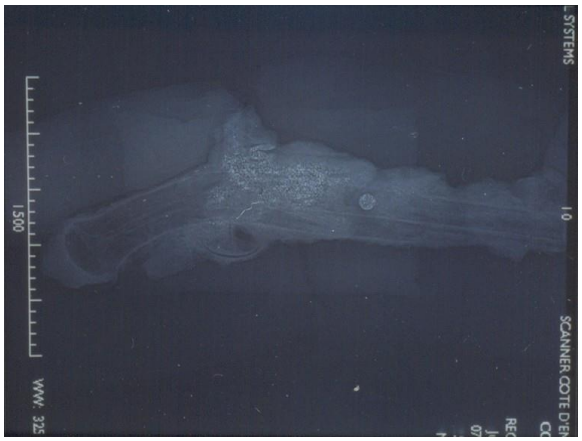


Figure 265 : Radiographie en 3D de la concrétion d'un pistolet, Nat 1214, découvert sur l'épave de la *Dauphine*, 1704 et présentant encore une balle de plomb chargée (base de données photographique des épaves de la Natière)

Sur le plan présenté ci-dessus on constate également que le nombre de balles de plomb découvertes sur Natière 2 est beaucoup plus important que sur l'autre épave. Cette situation est en totale adéquation avec l'histoire de chacune de ces frégates. En effet, la *Dauphine* rentrant d'une longue campagne de course devait déjà avoir tiré une grande partie de ses munitions tandis que *L'Aimable Grenot* quant à elle venait à peine de quitter le port de Saint-Malo, encore chargée de l'ensemble de son armement.

Nous présenterons ici un dernier site archéologique, l'épave surnomée L'Aanloop Molengat, datée de 1635, car celui-ci a livré un grand nombre de balles de plomb dont la composition a été analysée. Sur ce site, 1558 balles de plomb ont été retrouvées en partie sud-est, près de la poupe et le long de l'axe du navire et non en cale ce qui suggère une utilisation pour le service du bord et non une cargaison. Ces balles mesurent entre 0,8 et 1,8 cm de diamètre soit une destination pour des pistolets ou mousquets pour les plus petites et pour les fusils et carabines pour les plus larges. Leur composition a été mesurée à l'aide d'un appareil portatif X-Ray Fluorescence (XRF) permettant de repérer les différents composés chimiques présents en plus du plomb sans aucune destruction de matière. Toutefois, cet instrument n'atteint que la couche externe de l'objet et peut donc être perturbé par la présence d'une couche d'oxydation sur les vestiges marins. Sur du mobilier aussi petit qu'une balle en plomb l'analyse d'une surface nettoyée pourra être assimilée à celle de l'ensemble de l'objet, tandis que sur des artefacts plus importants comme des plombs en table ou des saumons, la composition varie suivant l'épaisseur de l'objet comme nous l'avons vu. Enfin, cet instrument nécessitant l'usage de rayons X ne peut être employé que par des opérateurs certifiés ce qui limite sa facilité de mise en œuvre.
D'après les auteurs de la recherche[420], aucun groupe homogène ne peut être établi au sein des balles ce qui n'est pas le cas des lingots de plomb de l'épave. Ainsi, il semblerait que les balles aient été réalisées par le réemploi de plombs de provenances multiples tandis que les lingots résulteraient quant à eux d'une production unique.

Il est très intéressant de constater que l'armement d'un navire en plomb peut donc provenir de sources très différentes suivant le mobilier concerné. Cette démarche d'analyse de la composition des plombs d'une épave serait à mettre en place systématiquement à l'avenir afin de mieux appréhender l'approvisionnement en plomb des navires et mettre en lumière de possibles différences suivant le type de navire concerné et sa fonction.

➔ Couvre-lumière

Comme nous l'avions stipulé, le plomb est employé en artillerie pour son étanchéité à l'eau. Ainsi, il peut être mis en œuvre sous la forme de feuilles pour doubler les soutes à poudre, mais aussi recouvrir la lumière du canon, permettant l'accès à la mèche de mise à feu. Cette dernière doit être absolument sèche si l'on veut pouvoir l'allumer au moment choisi lors

[420] MAARLEVELD 2013, p. 110.

du combat. D'après sa position et son rôle sur le canon, cette feuille de plomb se nomme « couvre-lumière » à partir du XIXe siècle et « platine » auparavant[421].

L'ensemble des sources écrites officielles de la marine, incluant même les manuels destinés à l'apprentissage des marins, sont peu précises à ce sujet malgré l'importance de cet élément pour la bonne marche des canons et d'une manière induite, la protection du navire.
Nous rappellerons ici synthétiquement les données recensées lors du dépouillement de ces données documentaires: le couvre lumière est une feuille de plomb plat, issue d'un plomb en table d'environ 2-3 millimètres d'épaisseur, découpée pour mesurer un pied carré environ, soit 32,5 cm carrés. Nous savons également que la feuille était ensuite battue sur la culasse du canon pour lui en faire prendre la forme puis attachée par deux liens aux deux côtés du canon, reliés ensuite au bouton de culasse. De rares textes mentionnaient également la présence d'inscriptions sur ces équipements, pour signaler le nom des « servants » du canon associé. Enfin, une définition plus récente, du XXe siècle, laissait entrevoir une diminution de la taille de cette feuille autour de 15-20 cm de large. A la lumière de ces données, nous ne sommes pas en mesure à ce stade d'appréhender la morphologie exacte de ces feuilles de plomb « battues sur la culasse »[422] ni de restituer leur implantation sur le canon lui-même. Cette absence de données techniques est-elle due à la simplicité de cet objet, supposé connu de tous ?

L'apport des sources iconographiques et archéologiques est donc primordial pour compléter notre vision de cet équipement. Toutefois, très peu d'artefacts ont pu être inventoriés pour cette catégorie de mobilier ce qui est en contradiction avec les quantités supposées présentes à bord. Chaque navire, même de commerce, ayant à son bord plusieurs canons tous équipés d'une mèche insérée dans une lumière, il est surprenant de n'en avoir découvert que si peu. Un auteur du XVIIIe siècle liste les quantités embarquées pour chaque type d'unité et témoigne ainsi de leur importance : « *100 pour des navires de 1er rang / 90 pour des navires de 2^{e} rang / 80 pour des navires de 3^{e} rang / 60 puis 40 et enfin 30 pour des navires de 6^{e} rang* »[423].
L'une des raisons pouvant expliquer cette lacune archéologique, hormis de possibles récupérations, est la difficulté d'identification de ces pièces de mobilier. L'aspect général de ces artefatcts, tel qu'il est décrit par les sources écrites, témoigne en effet d'une grande ressemblance avec les plaques de plomb standardisées du calfat. De plus, ils ne sont quasiment jamais découverts en place sur leurs canons associés puisqu'ils s'en détachent lors du naufrage ou sous l'effet du processus post-enfouissement : disparition des cordages les liant au canon par exemple. Ainsi, le repérage de ces vestiges *in situ* n'est pas aisé et un grand nombre d'entre eux a pu être mal interprété lors des fouilles archéologiques.

Afin d'illustrer notre propos, citons ici la feuille de plomb découverte par l'équipe de Dobson lors d'une expertise du Western English Channel et publiée en 2010 comme étant un « *lead*

[421] Nous ne reviendrons pas sur les définitions très lacunaires fournies par les dictionnaires de marine à ce sujet puisque celles-ci ont déjà été présentées au chapitre 2.4.3. et sont retranscrites dans le volume II.
[422] Extrait de la définition fournie par Bourde de Villehuet dans son dictionnaire de marine de 1773.
[423] POVEY 1702.

patche » soit en français, une feuille de réparation du navire. Or, d'après sa forme, ses dimensions (20 x 18 x 0,5 cm), la présence de cette découpe en queue d'aronde sur laquelle nous reviendrons plus tard et ses deux trous de fixation, il est plus vraisemblable qu'il s'agisse en réalité d'un couvre-lumière (FIGURE 266). Cette mauvaise interprétation a été signalée par Laura Schnitzer dans le cadre de son travail de Master mené sur l'étude des couvre-lumières du *Queen Anne's Revenge*, 1781[424]. Il s'agit à ce jour de l'unique étude archéologique menée spécifiquement sur ce type de mobilier, pourtant si largement présent dans la culture matérielle de l'époque moderne ! Ces lacunes scientifiques témoignent aussi du manque d'intérêt pour le mobilier du service du canon, tant les yeux des archéologues ont pendant longtemps été uniquement braqué sur les canons eux-mêmes. Heureusement on assiste depuis quelques années à un renouveau dans les axes de recherche et ces petits éléments du bord retrouvent la place qui leur est due.



Figure 266 : Probable couvre-lumière découvert sur le Western English Channel (Dobson, 2010, p. 26)

A notre connaissance, l'unique exemplaire d'un couvre-lumière ayant été découvert sur le littoral français encore en place sur son canon provient du site des Poulins 1 en Bretagne, XVIIIe siècle (FIGURE 267). Toutefois, seule une photo de mauvaise qualité subsiste à ce jour car le canon a été remonté par des plongeurs et laissé ensuite à l'abandon à l'air libre sans aucun traitement de restauration. L'ensemble a donc malheureusement disparu et aucun relevé précis n'a pu être réalisé sur cet assemblage pourtant exceptionnel scientifiquement.

[424] SCHNITZER 2012.



Figure 267 : Canon de l'épave des Poulins XVIIIe siècle, sur lequel était encore présent son couvre-lumière à sa sortie de l'eau. Cet aménagement n'existe plus aujourd'hui (photo L. Le Tiec)

Finalement, 14 couvre-lumières ont pu être inventoriés de manière assurée pour cette thèse, dont 12 ont donc pu être analysés plus en détail puisqu'ils provenaient du littoral français. Les deux autres exemplaires ont été inventoriés à partir des informations fournies par les conservateurs eux-mêmes ou par des publications les mentionnant. Actuellement, voici la liste exhaustive de l'ensemble des couvre-lumières connus dans le monde entier et dont l'identification est assurée (TABLEAU 34). La totalité de ces vestiges n'a pu faire l'objet d'enregistrements dans notre base de données car certains d'entre eux étaient décrits de manière trop lacunaire et d'autres doivent encore faire l'objet d'une publication.

Site	Datation	Nombre identifié	Etude technique ?	Inventoriés ?
***Alderney*, Angleterre**	1592	1	non	non
***Dauphine*, France**	1704	9	oui	oui, Num : 216, 279, 282, 296, 299, 301, 302, 304, 544
***De Liefde*, Ecosse**	1711	1	non	Oui, Num : 555

***Queen Anne's Revenge*, USA**	1718	13	oui, étude la plus aboutie à ce jour	non
***Aimable Grenot*, France**	1749	3	oui	Oui, Num : 300, 417, 545
***Amsterdam*, Pays-Bas**	1749	5 (dont 1 dessiné dans la publication)	non	non
***Sophia Albertina*, Suède**	1781	1 (découvert sur canon 136 mais pas de photo en place)	non	oui, Num : 559
Western English Channel, Angleterre	XVIIIe	1 (identifié par Laura Schnitzer)	non	non
***De Braak*, USA**	1798	2 dont un pour une carronade (identifiés par Laura Schnitzer)	oui	non

Tableau 34 : Liste des couvre-lumières ayant été recensés à travers le monde de manière assurée (réalisation personnelle, données personnelles et Laura Schnitzer)

Ce tableau illustre la très faible quantité de ces exemples archéologiques, bien loin des volumes auxquels l'on pourrait s'attendre d'après les données documentaires. Toutefois, malgré la faiblesse quantitative de ce corpus, le mobilier mis à jour couvre la quasi totalité de la période étudiée, de la fin du XVIe siècle jusqu'à la fin du XVIIIe siècle. Seuls les XVIIe et XIXe siècles n'ont pu être représentés ici. Cette répartition chronologique peut permettre d'envisager des évolutions typologiques, même s'il faut garder à l'esprit que certaines différences peuvent aussi provenir de spécificités régionales et non chronologiques.

Du point de vue historique, l'apparition des canons, et de leurs platines associées, dans la marine n'est à ce jour toujours pas précisément datée. Il semblerait que la toute première mention de la présence d'un couvre-lumière dans l'artillerie royale provienne de l'inventaire du mobilier présent dans la tour de Londres en 1595 puisqu'on peut y lire : « *covers of lead for the touches of ordnance* ». Cette référence bien que très succincte coïncide parfaitement avec l'exemplaire archéologique le plus ancien retrouvé à ce jour puisqu'il s'agit d'un artefact provenant de *L'Alderney*, coulé en 1592 (FIGURE 268). Cette feuille de plomb presque carrée présente encore une courbure caractéristique d'une platine, arrondie sur le canon. De plus, on note sur l'un de ses bords une zone en relief pouvant correspondre au ressaut du canon (fléchée en rouge sur la photographie). Enfin, on remarque deux trous circulaires placés en

vis-à-vis l'un de l'autre sur deux bords opposés de la feuille de plomb ; ces derniers devaient servir à la fixer sur le canon mais nous reviendrons sur ce point technique ultérieurement.



Figure 268 : Couvre-lumière découvert sur l'épave de *L'Alderney*, 1592 (photo Alderney Maritime Trust)

Aucune preuve archéologique ou écrite de l'existence de cet équipement n'a été retrouvée pour le début et le milieu du XVIe siècle mais cette situation semble logique quand on sait qu'à cette époque, l'usage des canons en fer forgé ne nécessitait pas cette protection. En effet, la chambre de mise à feu était alors amovible. Il semblerait donc qu'il faille attendre la fin du XVIe siècle pour voir apparaitre les premiers canons à chambre de mise à feu fixe, induisant ce besoin de garder cette zone au sec.

Les traités et manuels de canonniers n'évoquent ce type de canon et cet équipement spécifique qu'à partir de la fin du XVIIe siècle, soit près d'un siècle après les attestations archéologiques les plus anciennes. Ce décalage pourrait s'expliquer par le fait que ces traités aient été réalisés d'une manière générale et non spécifique à la marine. Or, le besoin de garder la lumière du canon au sec ne se faisait pas ressentir avec la même importance sur terre qu'en mer.

A la fin du XVIIIe et au cours du siècle suivant, l'artillerie devient de plus en plus standardisée, normalisée, et on peut supposer que cette évolution aille de pair avec celle des équipements leur étant associé comme les couvre-lumières par exemple. C'est d'ailleurs à partir de cette période que l'on retrouve, mentionnées dans les dictionnaires de marine, des dimensions pour ces artefacts. Ainsi, dans celui rédigé par William Falconer en 1813, on y apprend que ces couvre-lumières doivent s'adapter aux divers calibres de canons qu'ils recouvrent. Il stipule donc que pour des canons de 42, 32 et 24 livres de balle, il est nécessaire d'employer des feuilles de plomb de 15 x 13 pouces, soit 40,7 x 35,2 cm tandis que pour des canons de 18, 12 et 2 livres de balle, des feuilles de 12 x 10 pouces suffiront, soit 32,5 x 27,1 cm. Enfin, pour tous les calibres inférieurs à 2, les couvre-lumières doivent mesurer 10 x 8 pouces, soit 27,1 x 21,68 cm[425].

[425] FALCONER 1813, p. 19.

L'ouvrage moderne de Jean Boudriot nommé le *Vaisseau de 74 canons* évoque lui aussi des couvre-lumières spécifiques à chaque calibre de canon : « *platines de plomb pour couvre-lumière : 28 de 36, 30 de 18, 16 de 8 et 6 de 1* »[426]. On constate ici que le nombre de dimensions différentes semblent ici plus nombreuses. Nous reviendrons plus loin sur ces données en les comparant directement aux dimensions des vestiges archéologiques.

En ce qui concerne les données iconographiques, elles sont encore plus succinctes. A ce jour, un seul ouvrage ancien a livré une représentation de cet équipement. Il s'agit du *Diccionario Demostrativo* rédigé en 1756 par le Marquis de la Victoria. Cet ouvrage présente, sur la planche dédiée au service du canon, une feuille de plomb entière, de forme rectangulaire et présentant deux liens passant par deux trous répartis sur deux bords opposés (FIGURE 269).

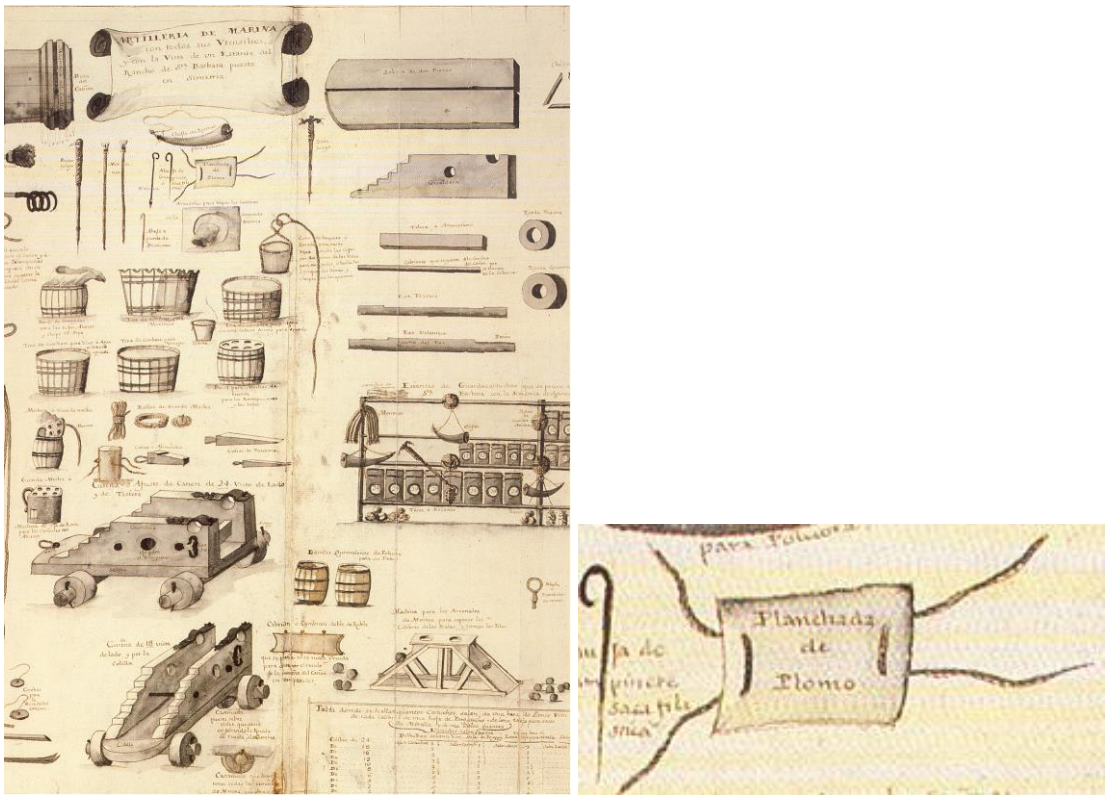


Figure 269 : Planche du manuscrit *Diccionario Desmostrativo* conservé au Musée Naval de Madrid sur laquelle on peut voir apparaitre les instruments d'artillerie présents à bord, dont un couvre-lumière présenté en détail sur la droite (Marques de la Victoria, 1756 (édition de 1995), p. 113)

Il est intéressant de noter qu'ici l'auteur ne fournit aucune dénomination spécifique à cette feuille de plomb puisqu'il se contente de l'intituler : « planchada de Plomo » ce qui signifie en français une simple « planche de plomb ». Ainsi, hormis le passage des liens sur ses bords, aucune autre caractéristique ne distingue cette feuille d'une autre feuille de plomb du bord.

Les deux autres représentations découvertes au cours de cette recherche nous proviennent d'un auteur contemporain, Jean Boudriot, au travers de ses nombreuses

[426] BOUDRIOT 1977, tome 2, p. 183.

publications portant sur la marine du XVIIIe siècle, dont le *Vaisseau de 74 canons* de 1977. Malgré la précision de son travail, il n'est pas impossible que certaines interprétations de l'auteur aient pu influencer sa vision des couvre-lumières. Sur les deux illustrations qu'il propose (FIGURES 270 et 271) on constate une feuille de plomb plat, entière, de forme rectangulaire et de profil arrondi, sur laquelle sont percés quatre trous répartis deux à deux sur des bords se faisant face afin d'y passer des liens en cordage. Toutefois, le premier dessin nous en apprend encore davantage puisque Jean Boudriot y faire apparaitre un chiffre, correspondant au calibre du canon associé, suivi par la liste des noms des hommes à ce poste. Bien que certaines marques d'outils aient pu être retrouvées sur des artefacts, nous les présenterons ci-après, aucune inscription de ce type n'a encore été attestée archéologiquement.

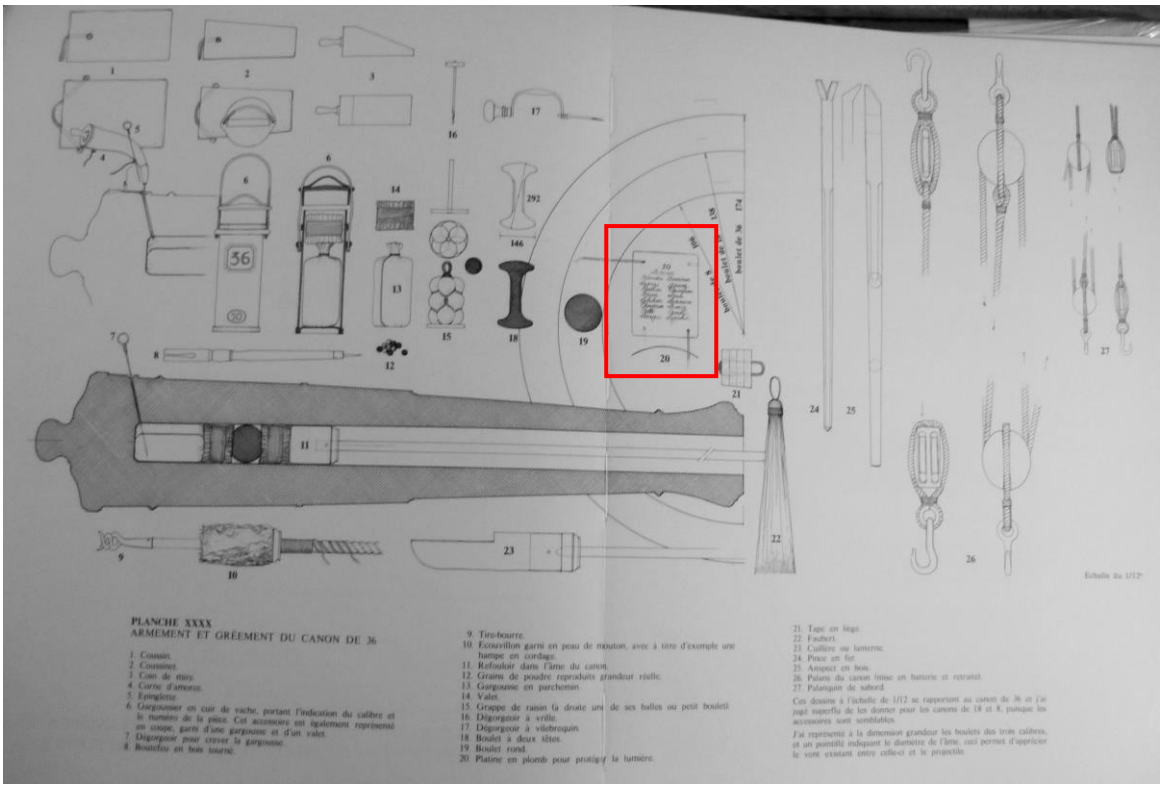


Figure 270 : Inventaire du capitaine d'armes, et détail du numéro 20 : platine de canon (Boudriot, 1977, planche XXXX)

L'auteur revient sur la présence de ces fibres organiques pour assurer la fixation de l'équipement sur le canon puisqu'il évoque des tresses : « *cette plaque également dénommée platine est appliquée sur la lumière et son canal par deux tresses placées sur les côtés et nouées autour de la culasse* »[427].

[427] BOUDRIOT 1992, p. 69.

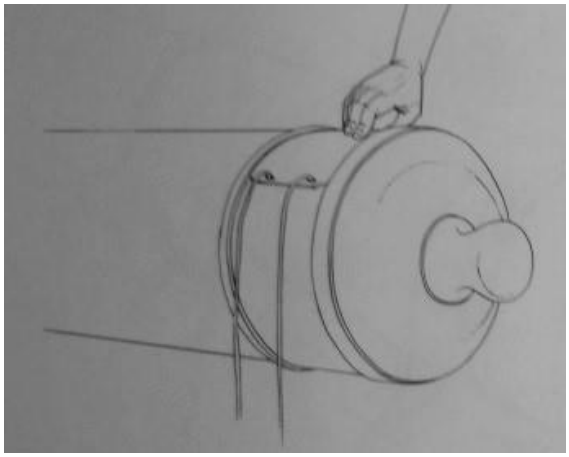


Figure 271 : Matelot remettant la platine sur la lumière du canon (Boudriot, 1977, volume 4, fig. 408, p. 127)

Cette deuxième illustration met en avant la présence de ces tresses passant par deux trous sur chaque bord de la feuille, mais on constate surtout que la feuille mesure l'exacte largeur pour s'insérer parfaitement entre la plate bande de culasse et le ressaut du canon. Or, comme nous le verrons plus tard, les tests grandeur nature réalisés sur les vestiges provenant de la *Dauphine* ont remis en cause cette mise en place.

Enfin, une dernière illustration contemporaine, disponible en ligne sur internet, représente les canonniers en pleine action, avec la platine sur le point d'être enlevée du canon pour pouvoir procéder à la mise à feu (FIGURE 272). Sur ce dessin la feuille de plomb est de profil courbe, suivant celui du canon, et elle est posée entre la plate bande de culasse et le ressaut du canon comme précédemment. L'unique différence réside dans le nombre de trous présents sur les bords de la feuille pour son attache au canon. Ici on ne distingue qu'un trou central.

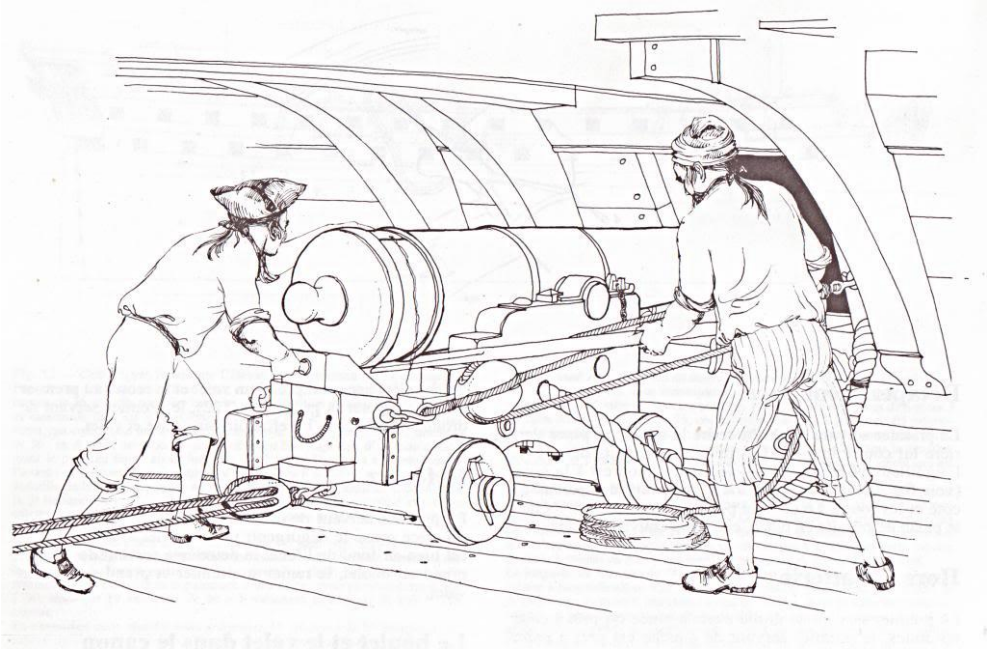


Figure 272 : Canon à poste dont la lumière est couverte par un couvre-lumière en plomb (Dessin L. Charpentier sur http://www.colleurs-de-plastique.com/)

Le mode d'amarrage exact du couvre-lumière sur son canon semble donc encore relativement méconnu. L'unique description de cette technique est produite par Bourde de Villehuet dans son ouvrage nommé le *Manœuvrier* de 1832. Ce document destiné à former de futurs équipiers du bord est donc particulièrement précis sur les étapes du service du canon. Ainsi on peut y lire les consignes suivantes : « *Démarrez platines et palans. Ce commandement s'exécute par le chef de poste qui démarre la platine, et par deux hommes qui démarrent ensemble de chaque côté de la pièce les palans […] Découvrez la lumière. Le chef enlève la platine de plomb qui est sur la lumière, et la pose sur le canon en avant, de sorte qu'elle ne puisse pas gêner l'amorce. […] Canonniers pointez. […] ensuite il tire la platine de dessous le canon, afin qu'elle ne gêne pas le pointage. […] Couvrez les lumières, et amarrez les platines et les palans. Le chef couvre la lumière avec la plaque de plomb ; ensuite deux autres hommes font un tour mort avec chacun des garans de palans, autour du bouton, et passent le double entre le canon et le garant raidi. Après quoi le chef amarre la platine, sur les garans de palans, des deux côtés de la pièce, en faisant un nœud droit sur le milieu de la platine* »[428].

Le terme « démarrez » provenant de la racine « amarrer » nous comprenons donc ici que l'ordre est d'abord donné de détacher les liens fixant la platine sur la canon. Puis, un peu plus loin dans le paragraphe on constate qu'il faut attendre que le canon soit lui-même amarré par « *un tour mort avec chacun des garans de palan […]* » avant que le marin en charge de la platine puisse lui-même procéder à son attache. Nous apprenons que les liens passent sur les garans de palans situés des deux côtés de la pièce puis reviennent sur le dessus de la platine pour être noués ensemble.

Ces liens étant faits de matière organique, ils n'ont encore jamais été retrouvés archéologiquement, ce qui pourrait expliquer que presque aucun couvre-lumière n'a été vu encore en place sur la lumière de son canon. Seuls deux fragments ont été repérés lors de cette recherche, encore insérés dans l'un des trous des feuilles de plomb provenant respectivement de la *Dauphine*, 1704 (FIGURE 273), et du *De Liefde*, 1711.



Figure 273 : Détail d'un fragment de cordage tressé découvert inséré dans l'un des deux trous du couvre-lumière de la *Dauphine*, 1704, Num 304 (photo M. Veyrat)

[428] BOURDE DE VILLEHUET 1832, p. 217.

L'ensemble de la documentation iconographique découverte jusqu'à présent évoque l'emploi de feuilles de plomb entières et rectangulaires or, la quasi-totalité des découvertes archéologiques contredisent cette morphologie. En effet, hormis deux artefacts que nous présenterons ci-après, l'ensemble des couvre-lumières découverts présentent au moins une fente, si ce n'est jusqu'à huit attestées, sur l'un de leur bord (TABLEAU 36 infra et FIGURE 274). De plus, la forme de la feuille de plomb peut être rectangulaire mais aussi presque parfaitement carrée.

La réalité archéologique semble donc plus variée que ce que ces représentations laissaient entrevoir : une feuille carrée ou rectangulaire, avec sur deux de ses côtés opposés deux trous pour le passage du lien et sur le troisième, la présence d'au moins une fente pour créer des lanières de plomb ici nommées pattes.

La présence de ces fentes n'est confirmée que par une seule source écrite ; il s'agit du *Dictionnaire de la marine à voile* rédigé par Joseph Bonnefoux. En effet à la définition du terme platine on peut lire : « *plaque de plomb plate, garnie de deux rabans, et destinée à être fixée par ces rabans au-dessus de la lumière d'une bouche à feu, afin de la préserver de l'introduction de la pluie et de tout corps étranger* »[429]. Les rabans mentionnés ici renvoient sans aucun doute aux pattes visibles sur la très large majorité des couvre-lumières recensés ici.

[429] BONNEFOUX 1987 (première édition 1847), p. 246.

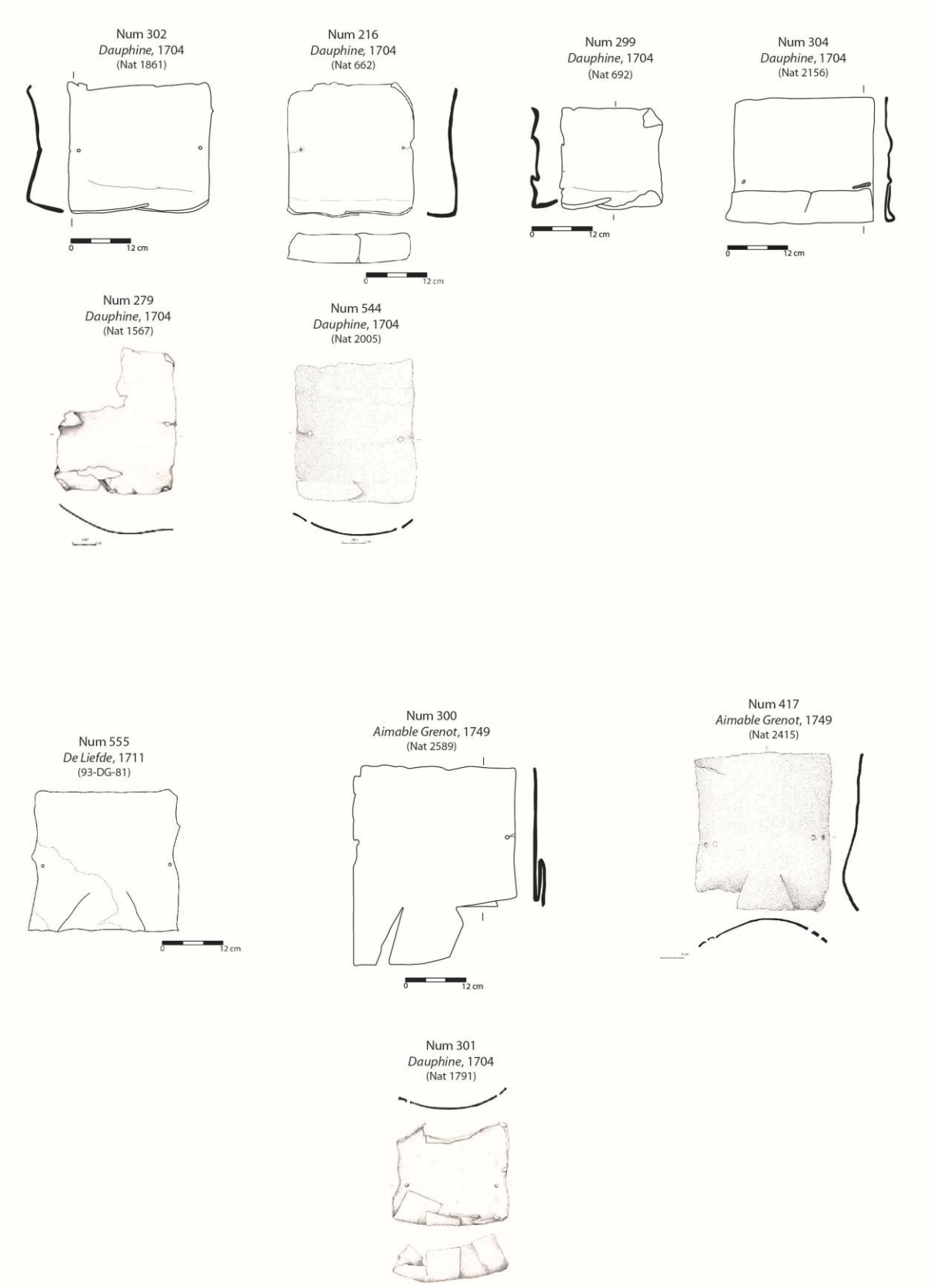


Figure 274 : Planche morphologique regroupant les différents couvre-lumières identifiés d'une manière certaine et dessinés précisément (dessins personnels et M. N. Baudrand, Adramar)

Comme nous l'évoquions, seuls deux artefacts ont été mis au jour dépourvus de toute fente visible. Il s'agit d'une part du couvre-lumière de *L'Alderney*, 1592, déjà présenté plus haut, et d'autre part, du couvre-lumière du *De Braak*, 1798 (FIGURE 275). Ainsi, ce sont les deux bornes chronologiques qui livrent ici ces particularités. Nous reviendrons plus tard sur leur description précise.



Figure 275 : Couvre-lumière découvert sur le *De Braak*, 1798 (photo Schnitzer, 2012, figure 41, p. 112)

A la lumière de ces premières remarques, il apparait clairement qu'une étude archéologique approfondie de ce mobilier est indispensable tant l'écart entre les données théoriques et la réalité semble important. C'est pourquoi une démarche telle que celle mise en place par Laura Schnitzer pour sa thèse en 2012 est aussi précieuse[430]. Cette dernière a en effet, été l'une des premières à s'intéresser à ce mobilier encore si délaissé et à proposer une méthodologie d'étude rigoureuse et parfaitement adaptée. Ainsi, nous avons pu reprendre une partie de cette démarche pour réaliser notre propre inventaire[431].

Sans toutefois vouloir reprendre ici la totalité de son travail qui mérite une lecture complète, nous avons choisi de présenter les points clefs de sa méthodologie et des résultats auxquels elle a pu parvenir afin de les comparer ensuite à nos propres données. Cette recherche a porté sur le corpus de couvre-lumières le plus important mis au jour actuellement sur une seule épave, celle du *Queen Anne's Revenge*, coulé aux Etats-Unis en 1718. Ainsi, ce ne sont pas moins de 13 artefacts que la chercheuse a pu identifier comme relevant de la fonction de couvre-lumière. Pour parvenir à ce résultat, il lui a été nécessaire d'établir les critères distinctifs de ce type de mobilier et d'après elle, la présence des « fingers » ou ce que nous appelons pattes, en est un élément déterminant. L'association avec des canons en est un autre.

Une grande partie de ses recherches porte donc sur la réalisation de mesures et de descriptions précises de ces parties de l'objet. Ainsi, chaque patte se voit attribuer arbitrairement un

[430] SCHNITZER 2012

[431] La fiche inventaire type proposée par Laura Schnitzer est présentée à titre informatif en Annexe 10 à ce travail.

numéro 1, 2, 3 etc. et chacun de ses bords est ensuite individualisé pour être mesuré indépendamment (FIGURE 276). Nous n'avons pas choisi de procéder de même car nous n'avons pas été confrontés dans notre corpus à un aussi grand nombre de pattes découpées ; les artefacts du *Queen Anne's Revenge* présentant tous de deux à neuf pattes chacun. Toutefois, afin d'harmoniser par la suite nos données, nous procéderons ultérieurement à des modifications de fiches inventaires pour y faire apparaitre ces données sous le même format.

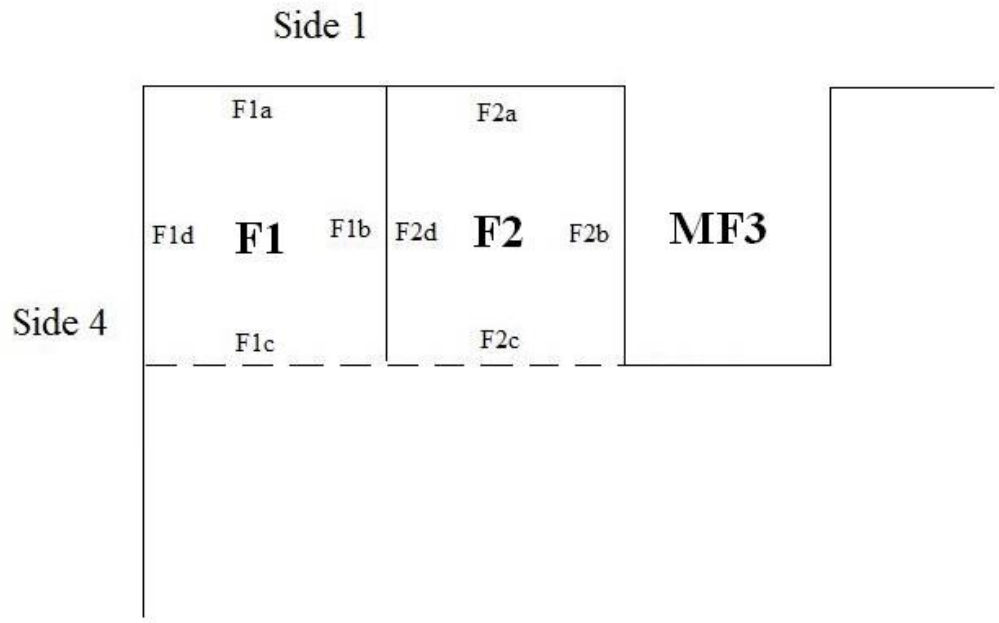


Figure 276 : Schéma de l'identification individuelle des pattes présentes et manquantes ainsi que de leurs côtés respectifs (Schnitzer, 2012, figure 6, p. 29)

Laura Schnitzer s'attache également à distinguer les formes de profil des bords des feuilles de plomb : uniface, biface, arrondi ou inconnu (FIGURE 277). D'après elle, le mode de production des couvre-lumières peut être identifié d'après la forme de ses bords puisqu'elle suppose qu'une section arrondie témoigne d'une coulée, qu'un bord uniface résulte d'une découpe au marteau et aux ciseaux et enfin, si une forme biface suggère une découpe par des cisailles[432]. Toutefois, après la réalisation d'expérimentations et l'observation des stigmates au microscope, elle établit que seule la forme biface peut être considérée comme caractéristique d'une technique de mise en forme par cisaille. A la vue de ces résultats, nous n'avons pas jugé opportun de réaliser le même travail. D'autant qu'elle repère en réalité une très large majorité de bords externes arrondis ce qui semble logique pour une feuille devant être manipulée régulièrement par des mains humaines. Un bord à angle droit serait en effet trop tranchant pour ce type d'opération.

[432] Cf supra p. 30.

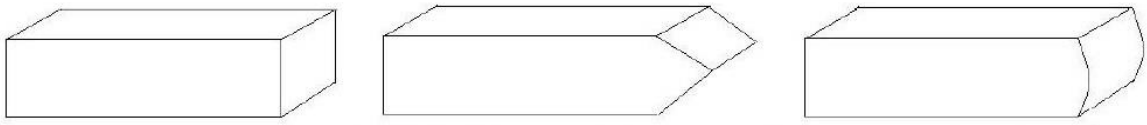


Figure 277 : Dessins des différentes types de section des bords des couvre-lumières, réalisés par Laura Schnitzer dans son étude sur ceux du *Queen Anne's Revenge*, 1718 : uniface, biface et arrondi (Schnitzer, 2012, figure 5, p. 28)

Enfn, le dernier apport de cette étude est la découverte d'un grand nombre de marques d'outils encore visibles sur les feuilles de plomb (FIGURE 278 a-c).

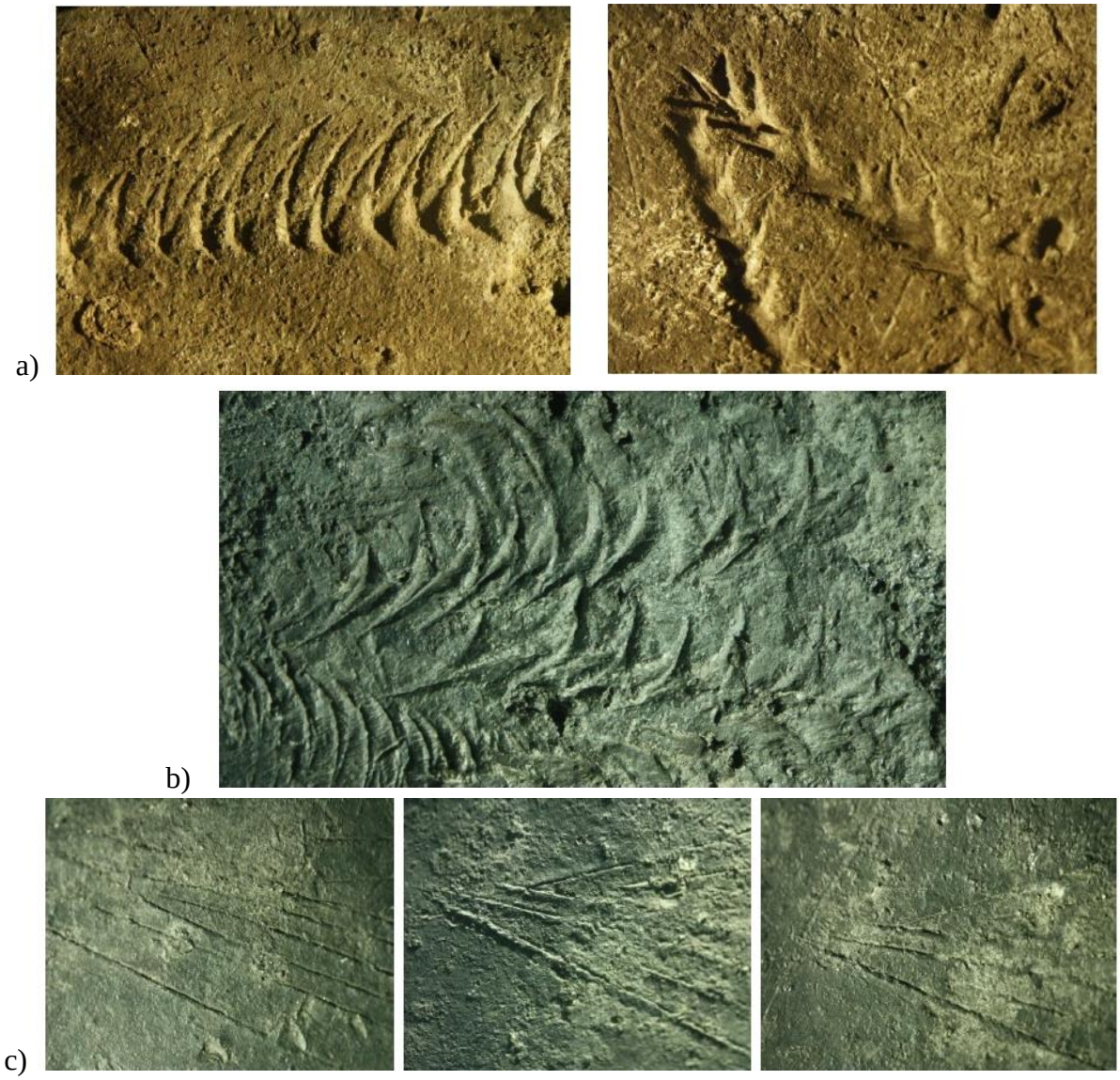


Figure 278 : Marques d'outils portés par certains couvre-lumières du *Queen Anne's Revenge*, 1718. De gauche à droite : a) en pointe courbe sur l'artefact QAR 1269.000, b) en demi-lune sur QAR 3225.000 et c) forme en V sur QAR 1497.000 (photo Schnitzer 2012, figure 18, 23 et 29)

Celles-ci sont très variées et témoignent de l'utilisation d'un grand nombre d'outils différents par les artisans. Leur position au centre des feuilles, et leur netteté, impliquent que ces stigmates ne peuvent être dus au naufrage ou à l'utilisation de l'objet lui-même. De plus, leur

aspect abstrait laisse Laura Schnitzer envisager des marques symboliques renvoyant à leur producteur ou représentant une force destinée à chasser la peur et à protéger leur utilisateur. Sur le littoral français, un seul artefact a présenté des marques pouvant résulter du passage d'un outil à sa surface. Il s'agit de l'un des couvre-lumières découverts sur la *Dauphine*, 1704, et sur lequel on peut distinguer de fines incisions concentrées sur l'une de ses faces (FIGURE 279).

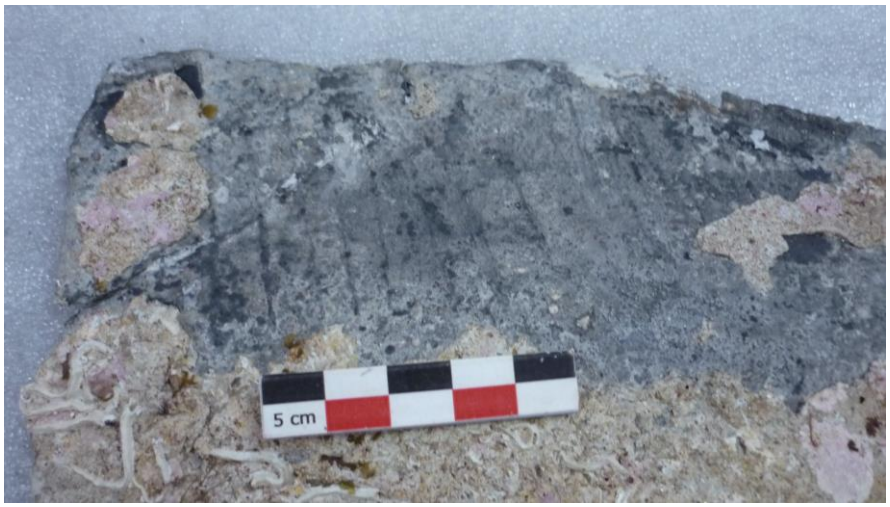


Figure 279 : Détail des incisions portées par le couvre-lumière Num 302 découvert sur la *Dauphine*, 1704 (photo M. Veyrat)

Etant donné la régularité de l'incision et la finesse du trait on pourrait envisager l'usage d'un couteau ou d'un ciseau. Le but de ces incisions pourrait être symbolique comme l'évoque Laura Schnitzer, mais il pourrait également s'agir de la préparation d'une zone à souder comme nous l'avions vu au sein du chapitre 2.2.4 sur le travail du plomb. Cette feuille pourrait donc initialement avoir été préparée pour un autre usage avant d'être reprise pour servir de couvre-lumière. Enfin, nous pouvons imaginer une fonction anti-dérapante de ces stries.

Dans le cadre de cette thèse, nous avons choisi de nous attarder sur l'étude de l'assemblage provenant des épaves de la Natière. En effet, sur ces deux frégates naufragées à 50 ans d'intervalles à l'entrée de Saint-Malo, il a été découvert respectivement neuf couvre-lumières sur la *Dauphine*, 1704 et trois sur *L'Aimable Grenot*, 1749. Ces quantités, loin d'être impressionnantes représentent tout de même le corpus le plus fourni du littoral français à ce jour. Nous avons donc pu travailler, à la fois sur une comparaison des morphologies retrouvées sur ces deux épaves pour estimer si une évolution chronologique avait pu avoir lieu, mais aussi étudier si des différences pouvaient apparaitre selon le type de navire concerné : navire armé pour la course pour le premier ou armé pour défendre sa cargaison commerciale pour le second.
La position de certains couvre-lumières étant connue sur ces épaves, il a aussi été possible d'identifier les potentiels canons leur étant associés et de tester ensuite ces relations sur les canons ayant été remontés et traités.

Si l'on observe la répartition de l'ensemble des feuilles de plomb retrouvées sur la *Dauphine* (rouleaux et feuilles carrées ou rectangulaires), on constate qu'un grand nombre d'entre elles ont été découvertes à proximité immédiate de canons (FIGURE 280). Ainsi, lors de la fouille, ce n'est pas tant par leur morphologie que les archéologues ont pu repérer ces couvre-lumières parmi les feuilles du calfat, mais plutôt d'après leur positionnement. Espérons qu'au terme de cette recherche, certains critères morphologiques puissent également être pris en compte de manière plus systématique sur les fouilles à venir.

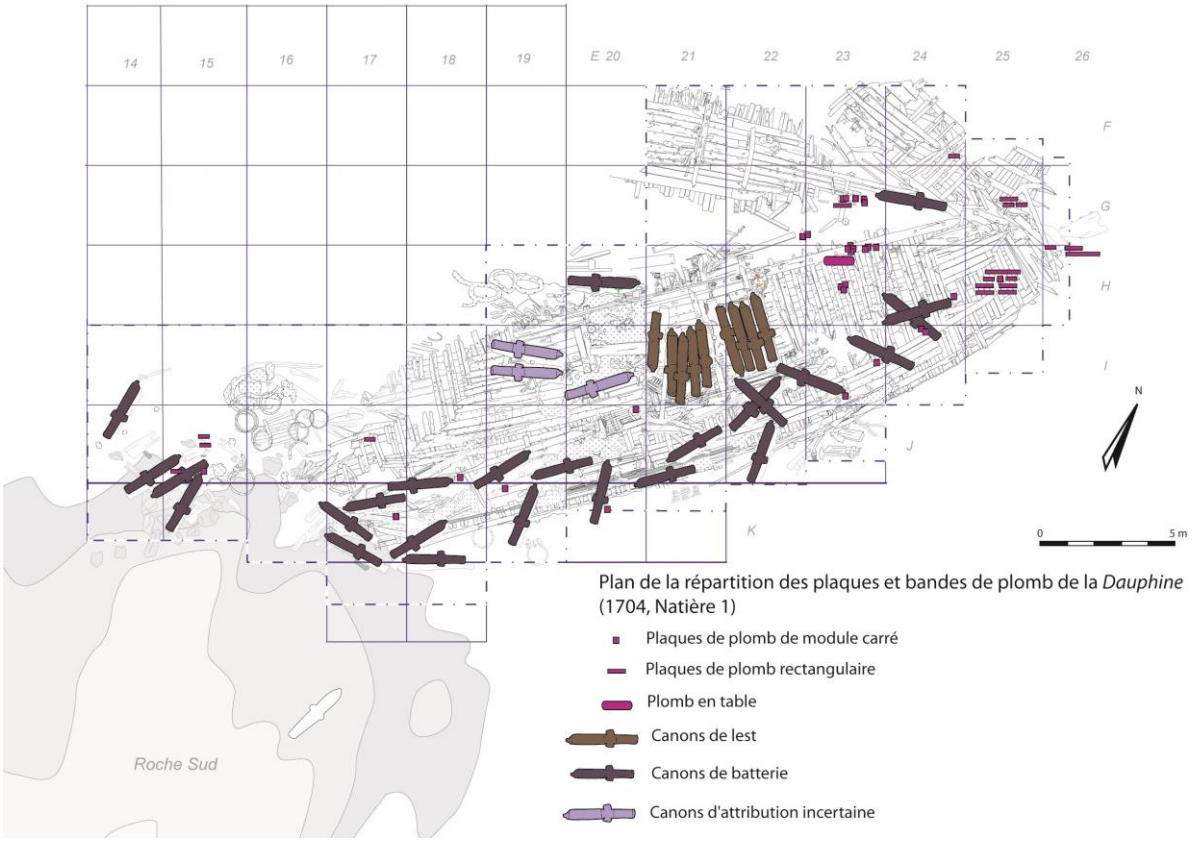


Figure 280 : Carte présentant la répartition des plaques de plomb et des plombs en table découverts sur la *Dauphine*, 1704, couplé avec la répartition des canons du navire, en vue d'identifier des couvre-lumières possibles (carte E. Veyrat, reprise personnelle)

Certains couvre-lumières se trouvaient toutefois à proximité de plusieurs canons simultanément, ce qui rend plus délicate une association avec un seul d'entre eux. Nous avons donc débuté notre travail par un repérage des canons susceptibles d'être en lien avec nos artefacts, puis, lorsque les canons étaient accessibles aux réserves du musée d'Histoire de Saint-Malo, nous avons pratiqué des tests comparatifs afin d'estimer lequel semblait le plus adapté. Cette expérimentation nous paraissait essentielle à la fois pour identifier la provenance exacte de ces artefacts, mais aussi pour mieux appréhender leur mise en place sur le canon et comprendre la manière dont leur morphologie s'adapte à cette position. Malheureusement, au cours de notre thèse, seuls deux canons de la *Dauphine* étaient accessibles (Nat 1813 et 1380), les autres étant encore en traitement, en prêt dans d'autres musées ou encore sur le site archéologique lui-même.

Nous avons procédé à des mesures précises de leur morphologie afin de pouvoir ensuite les mettre en relation avec celles des couvre-lumières testés (TABLEAU 35).

Zones mesurées (cm)	Nat 1813	Nat 1380
Largeur ressaut(s) avant zone de la lumière du canon	1,1	6
Largeur zone plane de la lumière du canon	10,2	8,5
Largeur plate-bande de la culasse du canon	6,5	7
Largeur totale : ressauts + zone lumière + plate-bande	18,9	22,2
Calibre et diamètre du canon à sa bouche	8 livres 10,5	6 livres 10

Tableau 35 : Comparaison des mesures des canons Nat 1813 et Nat 1380 de la *Dauphine*, 1704 (tableau personnel)

A la lecture de ce tableau, il apparait que le canon Nat 1813 soit le plus grand, toutefois, leur facture étant différente, on constate qu'en réalité c'est le canon le plus petit, Nat 1380, qui présente les ressauts les plus larges, or, c'est cette donnée qui influençent directement la morphologie des couvre-lumières qui doivent également les recouvrir.
Ces deux canons ont été mis au jour immédiatement à proximité de deux couvre-lumières *in situ* laissant supposer leur association. Il s'agit respectivement du numéro 296[433] pour le canon 1813 et du numéro 279[434] pour le canon 1380. Cependant, le couvre-lumière 296 est beaucoup trop replié sur lui-même pour pouvoir le mettre en place sur son canon (FIGURE 281).



Figure 281 : Couvre-lumière découvert sur la *Dauphine* et totalement replié sur lui-même, Num 296 (photo T. Seguin, Adramar)

Devant ces limitations techniques importantes, nous avons choisi de tester en réalité d'autres couvre-lumières sur ces canons puisque ces derniers présentent des morphologies variées et des dimensions relativement similaires (TABLEAU 36 infra). De plus, les canons de la

[433] Le numéro Iso 296 correspond au numéro Nat 2036 dans la base de données de la fouille.
[434] Idem, il s'agit ici de Nat 1567.

Dauphine sont des canons de batterie, qui semblent avoir tous la même facture générale ce qui permet d'envisager ces comparaisons. Toutefois, lorsqu'on les observe précisément, on se rend compte que leur fabrication étant manuelle, de légères variations peuvent être notées et ici il était intéressant de comparer nos couvre-lumières à ces deux calibres différents afin de voir si leur morphologie, notamment le nombre de pattes, pouvait en dépendre.
Ont donc été testé systématiquement sur ces deux canons, les couvre-lumières suivants : Num 216 (Nat 662), 279 (Nat 1567), 301 (Nat 1791), 302 (Nat 1861) et 544 (Nat 2005)[435].

Pour restituer le sens de positionnement du couvre-lumière sur le canon, plusieurs indices peuvent être exploités. Il s'agit tout d'abord de repérer si la feuille de plomb présente encore un profil arrondi puisque celui-ci est induit par sa mise en place sur le corps du canon. Ainsi, le côté concave de la feuille de plomb correspondra à la partie en contact avec le canon. Ensuite, le sens de pliage des pattes, lorsqu'elles sont encore présentes, permet lui aussi de retrouver l'orientation de la feuille puisqu'elles devaient être rabattues sur la plate-bande de culasse du canon. Enfin, au niveau de certains trous de fixation, du surplus de plomb peut parfois être observés sur l'une des faces de la feuille de plomb. Ce surplus de métal correspond à la sortie de l'outil ayant perforé la plaque de plomb, soit le côté orienté vers le canon. Grâce à ces trois indications combinées, nous avons pu positionner les couvre-lumières successivement sur les deux canons pour comparer leur compatibilité.
Nous présenterons donc maintenant ces tests un par un, afin de détailler les observations effectuées et les remarques émises pour chacun d'entre eux.

- Test Num 279

Ce couvre-lumière n'a été positionné que sur le canon 1380 car d'après son emplacement sur le site archéologique, il s'agissait de l'unique pièce d'artillerie pouvant lui être associée. Cet artefact est assez abimé, et il présente une large zone arrachée au niveau de l'une de ses pattes (FIGURE 282 a). Malgré ces manques, il est possible de restituer un couvre-lumière de forme carrée, présentant une fente droite sur l'un de ses bords pour créer ainsi les deux pattes venant se positionner sur la plate-bande de culasse du canon (FIGURE 282 b). Pour des questions de conservation du mobilier, nous n'avons pas été en mesure de placer le couvre-lumière directement en contact avec le canon car le premier n'a pas été restauré tandis que le second l'est.

a)  b) 

[435] Quatre autres exemplaires ont été laissés de côté puisque leur morphologie écrasée ne permettait pas cette restitution : Num 299 (Nat 692), 296 (Nat 2036), Nat 1834 (non inventorié) et 304 (Nat 2156).

Figure 282 : Positionnement du couvre-lumière Num 279 sur son canon supposé, Nat 1380, la *Dauphine*, 1704 (photos M. Veyrat)

À première vue, la feuille de plomb semble trop grande pour le canon car sa partie centrale, soit la totalité de la feuille sans ses pattes, mesure 11,6 cm tandis que la zone de la lumière du canon, entre la plate-bande de culasse et les ressauts, ne fait que 8,5 cm de large. Cette différence pourrait en partie s'expliquer par le fait que la feuille de plomb soit aujourd'hui presque totalement plane, alors qu'elle devait être recourbée en plusieurs endroits pour suivre le relief des ressauts et de la plate-bande de culasse lorsqu'elle était encore en position sur le canon. Ainsi, ces centimètres supplémentaires ont pu servir à ce que la feuille épouse correctement ces épaisseurs. Quoi qu'il en soit, le mauvais état de conservation de cet artefact ne nous permet pas d'être totalement affirmatifs sur cette interprétation.

- Test couvre-lumière Num 544

Le couvre-lumière suivant est une autre feuille de plomb carrée, équipée d'une fente et deux pattes. Celui-ci semble mieux s'adapter sur le canon Nat 1380, mais cette correspondance doit être prise avec de nombreuses précautions car un grand nombre des reliefs visibles sur cette plaque sont dus au naufrage et à son contexte d'enfouissement (FIGURE 283).

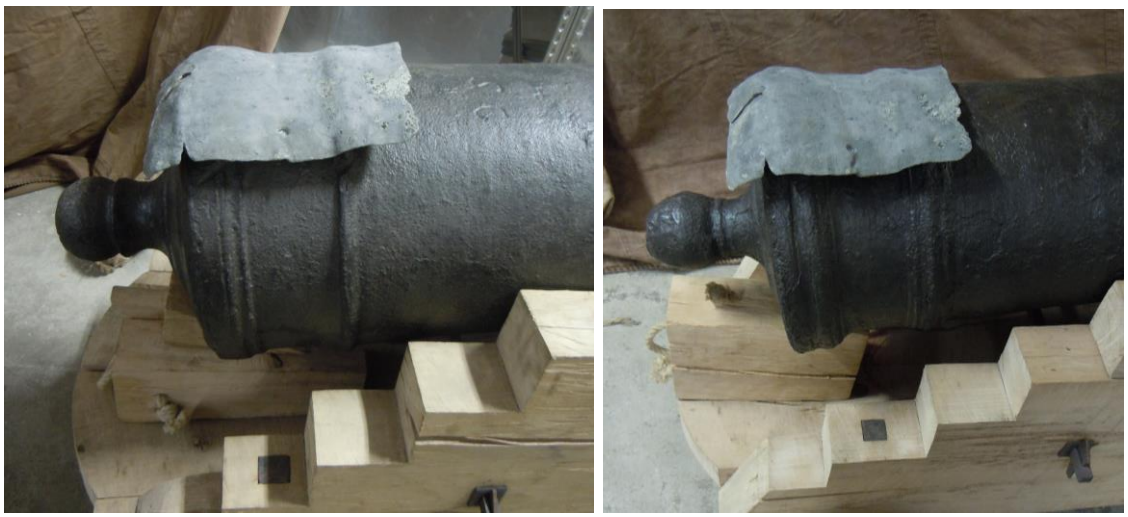


Figure 283 : Essai du couvre-lumière Num 544 sur les canons Nat 1813 à gauche et Nat 1380 à droite, la *Dauphine*, 1704 (photos M. Veyrat)

Cet artefact a été découvert à proximité de la culasse du canon Nat 2014 ce qui pourrait nous aider dans le choix entre ces deux types de canon, mais les mesures de ce canon n'ont pu être recueillies et ne pourront l'être puisque l'artefact est resté *in situ*.

- Test couvre-lumière Num 216

Cette feuille de plomb, de forme carrée et à une seule fente droite pour deux pattes, n'a été retrouvée proche d'aucun canon *in situ*. Toutefois, après son positionnement sur les deux canons test, elle semble mieux répondre aux caractéristiques du canon le plus petit, Nat 1380. Cela se remarque notamment par la courbure de la feuille de plomb qui ne concorde qu'avec les ressauts du canon Nat 1380 (FIGURE 284). Le canon Nat 1813 est donc trop grand pour

un couvre-lumière de cette dimension soit en position pliée : 25 par 25 cm environ (TABLEAU 36).

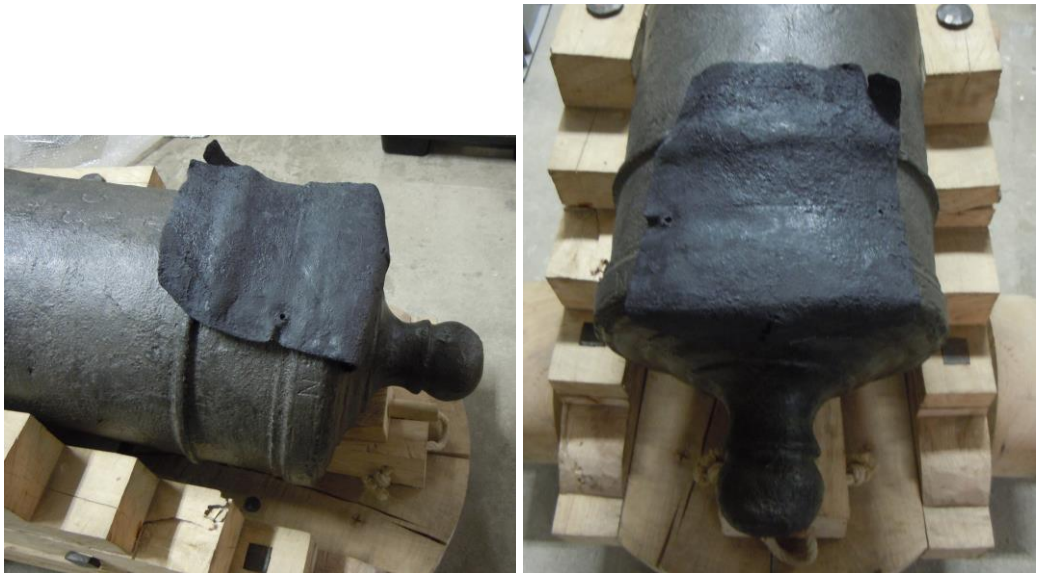


Figure 284 : Essai du couvre-lumière Nat 662, sur les canons Nat 1813 à gauche et Nat 1830 à droite, la *Dauphine*, 1704 (photos M. Veyrat)

- Test couvre-lumière Num 301

Cet artefact correspond au seul exemplaire de l'épave sur lequel étaient présentes plus d'une seule fente. En effet, cette feuille de plomb de forme carrée, possède trois fentes droites sur l'un de ses bords, réalisant ainsi quatre pattes (FIGURE 285).



Figure 285 : Couvre-lumière avec ses quatre pattes créées par trois fentes, la *Dauphine*, 1704, Num 301 (photo M. Veyrat)

L'une de ces pattes étant très pliée, cela a grandement gêné la précision du positionnement de l'objet sur les canons. Toutefois, il semblerait que ce dernier ne corresponde visuellement à aucun de ces types de canon. Ses mesures viennent confirmer cette inadéquation. En effet, on relève 8,5 cm de large pour la zone devant aller sur la plate-bande de culasse, soit une

dimension bien plus élevée que celles des deux canons testés ici, et 10 cm sur la partie centrale de la feuille devant se positionner sur la zone de la lumière du canon. Lors de sa découverte, cet artefact a été mis au jour à proximité du canon Nat 2220 qui malheureusement n'a pas été remonté et pour lequel aucune de ces mesures n'est disponible. Cela est d'autant plus dommage qu'il aurait été important de pouvoir relever si ce canon avait des caractéristiques spécifiques (mesures, position ou forme des ressauts…) qui pourraient expliquer la mise en forme si différente de ce couvre-lumière à quatre pattes.
Nous avons imaginé que pour des calibres de canon plus petits, les artisans avaient pu choisir de pratiquer un plus grand nombre de fentes sur leur module de feuille de plomb standardisé afin de pouvoir la plier plus facilement sur leur courbure plus marquée.

- Test couvre-lumière Num 302

Le dernier couvre-lumière testé est à nouveau une feuille de plomb carrée, à une seule fente droite pour deux pattes. Cet artefact s'adapte approximativement sur les deux canons testés, et l'absence de la courbure liée aux ressauts sur la feuille de plomb ne nous permet pas de statuer entre les deux possibilités (FIGURE 286).



Figure 286 : Essai du couvre-lumière Nat 1861 sur les canons Nat 1813 à gauche et Nat 1380 à droite, la *Dauphine*, 1704 (photos M. Veyrat)

On remarque, grâce à cet angle de vue, que la présence d'une fente aide à replier le bord du couvre-lumière sur l'extrémité du canon, puisqu'elle permet aux deux pattes créées de se superposer et de suivre ainsi un arc arrondi. Il semble donc logique qu'un nombre plus élevé de pattes induisent une courbure potentiellement plus marquée.
Suivant la même logique, l'absence de toute fente entrainerait une modification de la position de l'artefact sur le canon car celui-ci ne pourrait pas suivre cette double courbure : extrémité et arrondi du canon. Ainsi, il faudrait plutôt imaginer pour ce type de couvre-lumière sans patte, une installation située entre le relief de la plate-bande de culasse et les ressauts du canon, tel que présenté par les iconographies retrouvées jusqu'ici. Cette hypothèse pourrait

parfaitement convenir au couvre-lumière de *L'Alderney*, 1592, puisque cette feuille de plomb est plane et sans aucune fente.
En ce qui concerne le deuxième artefact sans fente, le plus récent, provenant du *De Braak*, 1798, sa morphologie est très différente mais un positionnement en retrait de la plate-bande de culasse peut là aussi être envisagé. En effet, la découverte d'une illustration supplémentaire mettant en scène un couvre-lumière en plomb exactement similaire permet de se rendre compte de ce positionnement spécifique (FIGURE 287 a et b).

a)  b) 

Figure 287 : a) rappel de la morphologie du couvre-lumière du De Braak à titre comparatif (cf supra) et b) Détail de "Under the Pallas' Half-Deck" réalisé par Gabriel Bray et montrant le même type de couvre-lumière fixé sur un canon (illustration fournie par le National Maritime Museum, Greenwich, Londres)

On remarque sur ce tableau que le couvre-lumière présente un relief au niveau de la plate-bande de culasse et des ressauts mais qu'il ne redescend pas sur l'extrémité du canon. Il est plutôt au contraire orienté vers la bouche du canon puisqu'une grande partie de la feuille de plomb dépasse des ressauts dans cette direction.
La réalisation de ces expérimentation a donc permis une réelle réflexion sur le positionnement des couvre-lumières sur leurs canons, et sur l'impact de leur morphologie sur ce point. Trois positions peuvent donc être envisagées suivant la morphologie des feuilles de plomb :

- Feuille carrée, plane, sans fente et sans patte : position entre la plate-bande de culasse et les ressauts du canon juste après la zone de la lumière

- Feuille carrée, avec une ou plusieurs fentes droites donc plusieurs pattes, relief parfois encore marqué du recouvrement des ressauts : position recouvrant l'extrémité du canon jusqu'aux ressauts, avec les pattes se recourbant sur la culasse

- Feuille rectangulaire, sans fente et pattes, relief parfois encore marqué de la zone de la lumière, de la plate-bande de culasse et des ressauts : position depuis la plate-bande de culasse jusqu'à bien en avant des ressauts

L'unique morphologie pour laquelle aucun test n'a encore pu être pratiqué consiste en une feuille de plomb carrée avec deux fentes diagonales se rejoignant presque. Ces fentes forment ainsi trois pattes, dont la centrale peut être assimilée à une forme de queue d'arronde (FIGURE 288). A ce jour, nous ne sommes donc pas en mesure de restituer la position initiale de cette forme d'équipement mais les futures découvertes de ce type d'artefacts pourront espérons-le, apporter des éclairages à cette question.



Figure 288 : Couvre-lumière à 3 pattes, dont une en queue d'aronde, épave du *De Liefde*, 1711 (photo donnée par le Shetland Museum, Angleterre)

Afin de tenter d'aller plus loin encore dans l'analyse de ces artefacts, nous avons dressé un tableau comparatif de l'ensemble de leurs données distinctives, à savoir leurs dimensions, le nombre de fente, de pattes et de trous de fixation qu'ils présentent (TABLEAU 36). Dans le but d'établir ici des remarques les plus précises possibles, nous avons jugé opportun de ne pas limiter ce tableau aux seuls artefacts inventoriés au cours de cette thèse mais d'y ajouter d'autres éléments dont nous avons récemment appris l'existence. De plus, l'intégration de ces artefacts permet d'élargir notre réflexion à une chronologie plus large, du XVIe au XIXe siècle, mais aussi à une échelle mondiale. Ainsi, les hypothèses de travail émises ici pourront être améliorées et exploitées par l'ensemble de la communauté scientifique internationale.

Les couleurs employées ici mettent dépendent du nombre de fentes et de pattes présentes sur les artefacts[436].

[436] Vert : absence de fente et de patte / Orange : une fente et deux pattes / Bleu : deux fentes et trois pattes / Violet : trois fentes et quatre pattes / Jaune : quatre fentes et cinq pattes / Rouge : six fentes et sept pattes / Kaki : sept fentes et huit pattes / Bleu ciel : huit fentes et neuf pattes

Iso	Site	Datation	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Epaisseur feuille (cm)	Masse (kg)	Trous fixation lien ?	Nombre de fentes	Forme des fentes	Nombre de pattes	Canon associé	Remarques
216	la Dauphine	1704	25,4 (30 dépliée)	25	0,4	3,2	oui x 2 0,5 cm diam	1	droite	2	non	Dépression entre le trou et le bord de la feuille : stigmate passage du lien. Fente partie pliée et relevée (5,4 à 5,9 cm de haut). Angle du pli pas net : réalisé par martèlements?
279	la Dauphine	1704	31	26	0,3	1,8	oui x 2	1?	droite?	2?	Associé au canon Nat 1380 de 6 livres ?	Incomplète. Un bord fragmenté et replié : partie fendue et repliée pour s'adapter à la plate bande du canon ?
282	la Dauphine	1704	39	31	2	6	non	indéterminé	indéterminé	indéterminé	sous bouche canon Nat 440, 4 livres	Feuille repliée plusieurs fois et "froissée". Aucun trou de fixation visible : stockée dans l'attente d'être découpée ou utilisée? Découverte sous un canon : futur couvre lumière?
296	la Dauphine	1704	32	27	0,2	2,3	oui x 2 0,8 à 1 cm de diam	1?	droite?	2?	ouest canon Nat 1813 calibre 8	Totalement repliée dans plusieurs sens.
299	la Dauphine	1704	25 (31 dépliée)	23,5	0,3	3,1	oui x 2	1	droite	2	Associé au canon Nat 763, 6 livres?	Feuille couverte de vase et sédiments marins collés.
300	l'Aimable Grenot	1755	29 (39,5 avec lanières)	32,7	0,3	4	oui x 2 0,9 cm diam	2	diagonale : queue d'arronde	3	canon Nat 2585 pas de dimensions	
301	la Dauphine	1704	27	24	0,3	3,2	oui x 2 1,1 cm diam	3	droite	4	Associé au canon Nat 2220 ? Pas de dimensions	Feuille arrondie. Sur l'une des lamelles : traits verticaux comme témoins du tracé sur le plomb aux ciseaux ou couteau, préalable à la découpe.
302	la Dauphine	1704	30	27,7	0,4	3,8	oui x 2	1	droite	2	Associé au canon Nat 2017 ? Pas de dimensions	Fente sur partie relevée. Partie où plomb visible : stries parallèles comme témoins préparation soudure? Traces de couteau.
304	la Dauphine	1704	25,3 (31,5 dépliée)	28	0,2-0,3	3,2	oui x 2	1	droite	2	Nombreux canons dans cette zone. Pas de dimensions	Sur l'un des deux trous, le reste de cordage servant à attacher le couvre-lumière sur le canon est encore conservé sur 2,8 cm.
417	l'Aimable Grenot	1749	35	32	0,3	non pesée	oui x 4 (2 à 2) 1 cm diam	2	diagonale : queue d'arronde	3	non	4 trous face à face (répartis 2 par 2). Une zone repliée sur 5 cm de haut
544	la Dauphine	1704	31	28	0,3	3	oui x 2 1,1 cm diam	1	droite	2	proche culasse canon Nat 2014 pas de dimensions	Forme conserve mémoire emplacement la plate-forme de culasse et astragale de lumière.
545	l'Aimable Grenot	1749				non pesée	non visibles sur photo	2	diagonale : queue d'arronde	3	oui canon Nat 2533 diamètre 43 cm env. par analogie : 12 livres?	Laissé *in situ*. Pas de mesures.
555	De Liefde	1711	29	28	0,5	non pesée	oui x 2	2	diagonale : queue d'arronde	3		D'après informations musée : morceau de coradage encore présent dans l'un des trous.
559	Sophia Albertina	1781	26,5	23	0,3	non pesée	oui x 2	1 ?	indéterminé	2	sur canon 136, calibre 24	Données du musée et de Arent Vos.

Iso	Site	Datation	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Epaisseur feuille (cm)	Masse (kg)	Trous fixation lien ?	Nombre de fentes	Forme des fentes	Nombre de pattes	Canon associé	Remarques
	Amsterdam	1749	32	30	0,5	non pesée	oui x 2	2	diagonale : queue d'arronde	3		Mesures par dessin dans Gawronski 1992
	Western English Channel	XVIIIe	25	20		non pesée	oui x 2	2	diagonale : queue d'arronde	3		Une lanière arrachée. Mesures d'après photo Dobson 2010
	Alderney	1592				non pesée	oui x 2	0		0		Feuille carrée. Pas de dimensions recueillies. Aucune fente. Forme feuille : mémoire position sur resaut canon.
	De Braak	1811	18-20	10		non pesée	oui x 4 (2 à 2)	0		0		Photo dans SCHNITZER 2012
	Queen Anne's Revenge QAR 1104.001	1718	28	23	0,3-0,35	1,9	oui x 2 1 cm diam	6	droite	7		SCHNITZER 2012. 4 pattes encore visibles, les autres se distinguent seulement.
	Queen Anne's Revenge QAR 1498.000	1718	31	24,5	0,4-0,45	2,9	oui x 2	4	droite	5		SCHNITZER 2012. 2 pattes sont encore entières, les autres sont coupées ou repliées.
	Queen Anne's Revenge QAR 1486.000	1718	25	23	0,3-0,45	1,8	oui x 2	6	droite	7		SCHNITZER 2012. 7 pattes encore entières, mais les autres sont repliées. Un bord replié.
	Queen Anne's Revenge QAR 0002.000	1718	24	21,5	0,35	1,4	oui x 2	6	droite	7		SCHNITZER 2012. 6 pattes encore entières mais une manquante au bout?
	Queen Anne's Revenge QAR 1269.000	1718	29,5	35	0,35-0,5	4,1	oui x 1	indéterminé	droite	2 (autres cassées)		SCHNITZER 2012. 2 pattes identifiables mais toutes cassées. 1 seul trou, l'autre en face a disparu : bord abimé. Marques visibles.
	Queen Anne's Revenge QAR 1391.000	1718	31	25	0,35-0,55	3,8	oui x 2	6	droite	7		SCHNITZER 2012. 5 pattes bien droites et deux pliées. Marques sur l'une des faces.
	Queen Anne's Revenge QAR 3225.000	1718	23	30	0,25-0,3	2,1	oui x 2	indéterminé	droite	4 (cassées)		SCHNITZER 2012. 4 pattes à peine identifiables. Marques sur l'une des faces.
	Queen Anne's Revenge QAR 1513.000	1718	22,5	30	0,25-0,4	2,3	oui x 2	8	droite	9		SCHNITZER 2012. 9 pattes dont certaines un peu coupées.
	Queen Anne's Revenge QAR 1487.000	1718	24	29,5	0,3	2,5	oui x 2	indéterminé	droite	2 (autres cassées)		SCHNITZER 2012. 2 pattes à peine identifiables. Une partie repliée sur elle même.
	Queen Anne's Revenge QAR 543.000	1718	23	23	0,25	1,5	oui x 2	7	droite	8		SCHNITZER 2012. 7 pattes encore présentes mais repliées, une manquante?
	Queen Anne's Revenge QAR 1574.000	1718	29,5	31,5	0,2-0,35	2,7	oui x 2	indéterminé	droite	7		SCHNITZER 2012. 7 pattes totalement repliées. Les pattes sont sur les bords où se trouvent les trous. Ne ressemble pas du tout aux autres.
	Queen Anne's Revenge QAR 1497.000	1718	29	29	0,3 - 0,35	2,8	oui x 2	4	droite	5		SCHNITZER 2012. 4 pattes encore présentes + 1 détachée. Marques sur une des faces.

Tableau 36 : Liste des couvre-lumières dont la fonction est attestée accompagnés de leurs mesures et caractéristiques morphologiques. Les couleurs employées désignent le nombre de fentes et de pattes de chaque artefact (réalisation personnelle, données personnelles, Gawronski 1992 et Schnitzer 2012)

À la lecture de ce tableau, plusieurs remarques s'imposent à nous. En effet, il est intéressant de constater que les différentes morphologies des couvre-lumières peuvent être résumées à leur nombre de pattes, ou pattes, puisqu'il s'agit à chaque fois de feuilles de plomb assez

fines, de 0,2 à 0,5 cm d'épaisseur, de forme carrée ou rectangulaire et mesurant toutes autour d'un pied carré pour la très grande majorité. Ainsi, les dimensions de ces équipements ne semblent pas avoir réellement évolué au cours de la période étudiée ici et les quelques variations que l'on observe pourraient provenir de la réutilisation de feuilles de plomb et de leur fabrication manuelle. Cette hypothèse serait cohérente avec le fait que les artisans ne travaillent qu'à partir de feuilles de plomb d'un pied carré, mises en forme ensuite pour divers usages, ce qui aurait l'avantage certain de minimiser les couts de production et augmenter la vitesse de production.

Les couvre-lumières diffèrent donc les uns des autres par le nombre et la forme de leurs pattes. Si l'on observe la répartition de ces différents modules, on constate que plusieurs morphologies peuvent apparaitre sur le même navire comme c'est le cas de la *Dauphine* par exemple, tandis que d'autres site, tel que *L'Aimable Grenot* ne semble présenter un module unique, ici à deux fentes et des pattes en queue d'aronde. Toutefois, ce dernier site n'ayant livré que trois exemplaires, on ne peut les considérer comme représentatifs de l'ensemble de son équipement d'artillerie.
Nous ne pouvons à ce stade expliquer ces différences tant que nous n'aurons pas étudié les canons qui leur étaient associés et ainsi, voir si des particularités peuvent être notées. De plus, on ne peut attribuer ces variations morphologiques à une quelconque évolution chronologique puisque des navires plus tardifs que *L'Aimable Grenot* et le *De Liefde,* les deux sites ayant livrés des couvre-lumières à queue d'aronde, présentent à nouveau des artefacts à fente droite, qu'elles soient uniques ou multiples.

Il faut ajouter qu'aucune distinction n'a pu être établie d'après des critères géographiques. Le nombre de pattes ne dépendrait donc pas d'un facteur chronologique ou géographique mais plutôt d'une adaptabilité au calibre du canon à recouvrir. Toutefois, d'après les données dont nous disposons aujourd'hui, il semblerait que les pattes n'aient existé qu'au cours du XVIIIe siècle puisque l'artefact du XVIe, provenant de *L'Alderney*, n'en présente aucune, tout comme celui datant de la fin du XVIIIe siècle, provenant du *De Braak*. Dans l'attente d'un plus grand nombre de tests menés sur les canons associés archéologiquement aux couvre-lumières découverts, il ne sera pas possible d'aller plus loin dans cette interprétation. Nous nous devons ici d'envisager également la possibilité que ces variations puissent provenir d'habitudes propres à chaque artisan, pouvant ainsi suggérer un approvisionnement multiple pour la *Dauphine* ou le *Queen Anne's Revenge*.

En ce qui concerne le mode de fixation de ces couvre-lumières, on constate que quelle que soit leur morphologie, ils présentent presque tous deux trous de fixation situés sur deux bords opposés. Seuls deux artefacts témoignent de la présence de plus d'un trou par bord ; il s'agit d'exemplaires provenant de *L'Aimble Grenot* et du *De Braak*. Nous pouvons envisager que ces deux exceptions puissent résulter d'une volonté ponctuelle de renforcer à bord la fixation de la feuille de plomb sur son canon par l'ajout d'un deuxième lien.

Enfin, en ce qui concerne le mode de mise en œuvre de ces feuilles de plomb, nous n'avons observé que des artefacts produits en une seule pièce. Il semblerait donc que les

couvre-lumières aient été mis en forme dans des feuilles d'un pied carré environ et produites à l'avance, ou bien découpées dans des plombs en table, embarqués comme réserves, dans le cas d'un remplacement urgent. A l'inverse, il ne semble pas concevable que les couvre-lumières aient été coulés un à un car cette démarche aurait entraîné un temps de production trop long.
Laura Schnitzer envisage quant à elle une évolution dans le type de production de ces pièces d'artillerie, passant d'un travail de découpe manuelle à bord pour le XVIe-XVIIe siècle, à une standardisation au cours du XVIIIe siècle, parallèlement à celle de l'ensemble de la marine et de l'artillerie, entrainant le recours à des fournitures provenant des magasins généraux. Toutefois, devant les données recueillies à ce jour nous ne pouvons confirmer ou infirmer cette hypothèse puisque des variations de dimensions ont pu être repérées sur certains sites du XVIIIe siècle ce qui ne semble pas répondre à une standardisation aussi poussée que ce qu'elle évoque. De plus, sa réflexion ne tient pas compte des différences économiques majeures pouvant exister entre la marine royale et privée et si son raisonnement peut être envisagé pour la marine d'état, il ne saurait en être de même pour l'ensemble des navires armés par des particuliers.

➔ Caronades et couvre-platines

L'artillerie, en tant que poste clef de la puissance maritime, a été constamment remise en question par l'apparition de nouveaux procédés et équipements, plus puissants, légers et précis. Ces modifications techniques n'ont pas été sans effet sur l'équipement en plomb associé et c'est ce que nous allons démontrer maintenant.

Ainsi, le dépouillement des dictionnaires de marine nous a permis de voir apparaitre, vers la fin du XVIIIe siècle, un matériel d'artillerie supplémentaire en plomb, nommé couvre-platine. Ce terme est encore de nos jours bien souvent confondu avec celui de couvre-lumière alors que les définitions sont explicites sur leur distinction et leur antagonisme. En effet, d'après plusieurs auteurs, dont Jean-Baptise Philibert Willaumez, l'usage du premier équipement ne peut être simultané avec le second : « *Couvre-lumière et couvre-platine : sont deux plaques de plomb, l'une connue sous le nom de platine (la platine du canon) dès avant qu'on adoptât des batteries-platines aux bouches à feu ; elle sert à couvrir la lumière du canon, lorsque la batterie est démontée ; l'autre, appelée couvre-platine, est façonnée pour couvrir la batterie-platine quand elle est montée* »[437]. La distinction entre ces deux éléments est donc clairement établir ici et nous comprenons que le terme de platine a donc été remplacé par celui de couvre-lumière afin de pouvoir distinguer ces deux équipements différents. Toutefois, comme de coutume, les descriptions fournies sont très succinctes[438]. Il est donc extrêmement difficile d'établir la morphologie que devait prendre ces couvre-platines afin d'être en mesure de les identifier dans le mobilier archéologique. Afin de pallier ce manque,

[437] WILLAUMEZ 1831, p. 190.
[438] Pour plus d'informations se référer au chapitre 2.4.3.

nous avons tenté de restituer cette morphologie d'après ce que l'on sait des batteries qu'ils doivent recouvrir.
L'Encyclopédie Méthodique de Marine est le premier document à faire mention d'une batterie mise en place sur les canons. On y apprend que ce sont des : « *batterie de la forme de celles des mousquets, que beaucoup de capitaines font adapter aux canons, pour les tirer sans le secours de mêche* »[439]. Cette description, bien qu'utile pour comprendre que nous sommes encore aux balbutiements de l'utilisation de ce mode de mise à feu, n'en reste pas moins très évasive sur la forme de ces batteries, nous renvoyant à la définition de celles de mousquets pour en savoir plus. On comprend toutefois tout l'intérêt que pouvait représenter ce nouveau type de mise à feu. En effet, plus besoin d'employer un « boutefeu » pour allumer la mèche située dans la lumière, puisqu'il suffisait simplement de tirer sur un câble pour enclencher la mise à feu dans la lumière au moment opportun. D'ailleurs, le dictionnaire de marine de Joseph Bonnefoux précise cette nouvelle technique : « *la platine est un ressort disposé à peu près comme la batterie d'un fusil, et qui est destinée à être fixée au renfort de la culasse d'une bouche à feu pour enflammer la poudre placée dans le champ de lumière de la pièce* »[440].
Le dictionnaire de Montferrier de 1841 précise quant à lui la date d'adoption des platines sur les canons : « *ce n'est qu'après la guerre de Sept Ans qu'on imagina de monter sur la culasse une batterie ou platine semblable à celle des fusils* »[441]. Ainsi, nous savons qu'avant la date de 1763, aucun couvre-platine ne pourra être découvert archéologiquement.

Un certain nombre d'armes à feu anciennes étant encore revendues actuellement, il n'a pas été difficile d'obtenir une photographie d'un pistolet équipé de sa platine de mise à feu (FIGURE 289). On remarque la forme très en hauteur de cet équipement, ce qui implique nécessairement que la feuille de plomb supposée le recouvrir en fasse de même.



Figure 289 : Pistolet et sa platine en vente à la date du 10/06/2016 sur un site d'enchères en ligne (photo Delcampe.fr)

[439] PANCKOUKE 1786, Tome 1, p. 135.
[440] BONNEFOUX 1847, p. 380.
[441] MONTFERRIER 1841, p. 134.



Figure 290 : Lot de couvre-platines découverts sur les épaves *Ariane et Andromaque*, 1812, et détail de deux d'entre eux, enregistrés sous le numéro 257 (photos M. Veyrat)

Le milieu du XVIIIe siècle voit aussi apparaitre de nouvelles pièces d'artillerie dans la marine comme les caronades, nécessitant une adaptation d'une partie de l'équipement du service du canon à cette nouvelle morphologie. Cette pièce est fondue pour la première fois en 1779 à Carron en Ecosse, d'où elle tirera son nom. Elle représente une avancée technique non négligeable puisqu'à calibre égal, elle est plus légère qu'un canon et elle permet des tirs nombreux, puissants et à courte portée. Son usage sera systématisé sur les navires de la flotte anglaise suite à plusieurs essais fructueux, autour de 1780. Les français quant à eux, ayant découvert à leurs dépens les avantages de cette nouvelle arme, produiront leurs propres

modèles à partir de 1795. Les caronades seront ensuite progressivement abandonnées autour du milieu du XIXe siècle tant les progrès dans l'artillerie navale et le renforcement des coques rendront son emploi inutile.
Structurellement, ces caronades présentent un renflement juste après leur lumière correspondant à la platine ou batterie qui y est placée et parfois fixée. Cette fois encore, les couvre-lumières ne sont plus adaptés et doivent être remplacés par des couvre-platines spécifiquement dessinés pour les caronades : « *La forme de la caronade est moins gracieuse que celle des canons ordinaires : courte et presque cylindrique, elle est très-forcée en matière à sa culasse bombée et arrondie dans cette partie* »[442]. Les deux dessins présentés ici témoignent clairement de l'aspect de ces couvre-platines spécifiques (FIGURE 291).

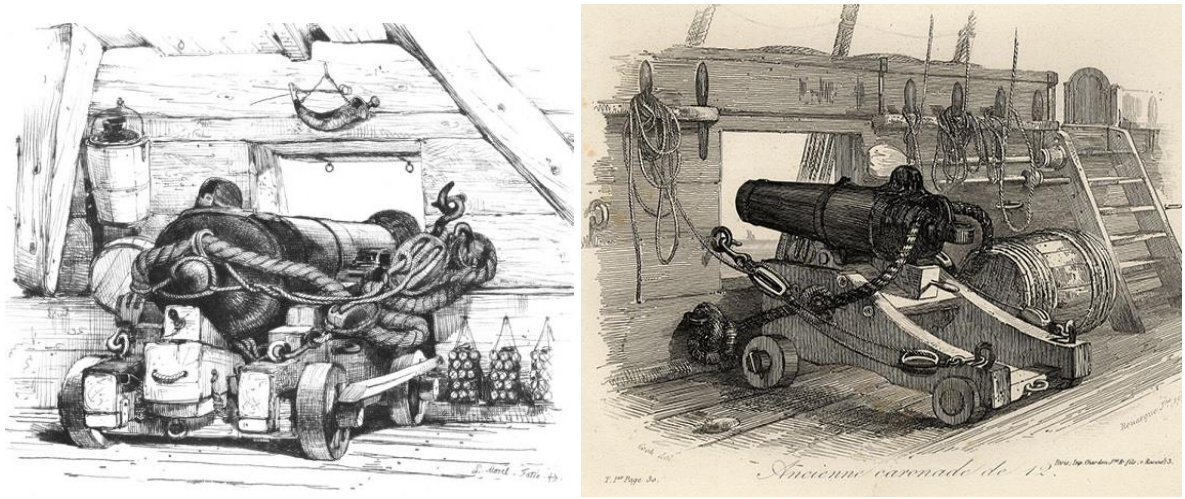


Figure 291 : Caronades, de 30 et de 12, équipées de leur couvre-lumières spécifiques (dessins Louis Morel Fatio, planche 10 et ouvrage France Maritime, p. 30)

La précision de ces illustrations permet d'avoir une idée assez nette de l'aspect que devait revêtir le couvre-platine destiné à équiper une caronade. D'après nos observations, il s'agirait d'une feuille de plomb modelée, qu'on a repoussée en son centre pour former une bosse arrondie et possédant un bord plat. Son aspect ressemble en grande partie aux autres couvre-platines déjà vus précédemment, mais la partie centrale apparait ici en parfait arc de cercle tandis qu'elle était plutôt verticale sur les autres équipements.

Le dessin fournit par Laura Schnitzer d'un artefact provenant du *Pomone,* coulé en 1811, est à ce titre particulièrement intéressant car il rassemble toutes les caractéristiques morphologiques évoquées ci-dessus : une zone centrale bombée et arrondie, ainsi qu'un bord plat (FIGURE 292). De plus, on peut noter que l'objet est dissymétrique puisque la bande de plomb plate n'est présente que sur l'un de ses côtés. L'inscription « carronades » visible en lettres capitales sur cette bande de plomb ne laisse subsister que peu de doutes quant à la fonction de cet objet. Nous pouvons donc définir ces critères morphologiques comme pouvant être discriminants pour l'identification d'un couvre-platine de caronade.

[442] LECOMTE 1835, p. 100.



Figure 292 : Couvre-platine pour caronade découvert sur l'épave du *Pomone*, 1811, portant une broad arrow ainsi que les mentions du calibre de la pièce d'artillerie (Schnitzer, 2012, figure 12, p. 72)

D'autres inscriptions sont présentes sur cet artefact, rassemblant à la fois des symboles, ici une flèche, et des chiffres arabes associés à la lettre P en majuscule : 42P 32P 18P 24P 12P. La flèche visible sur la partie bombée de la feuille de plomb se nomme une « broad arrow » et elle correspond à la marque de propriété de la Royal Navy britannique. Ce type d'inscription, tout comme la fleur de lys pour la couronne française ou le cœur de la VOC, est particulièrement précieux puisqu'il peut représenter une aide importante dans l'identification du site archéologique. Enfin, les chiffres portés par l'artefact renvoient d'après Laura Schnitzer aux servants en charge de la caronade associée. Cette interprétation peut paraitre cohérente si l'on se réfère aux données documentaires recueillies pour les couvre-lumières qui évoquent régulièrement la présence de liste des servants en charge du canon inscrites sur l'une de leurs faces, toutefois il semble étrange que cette liste soit traduite par cette série de chiffres et non par les noms des servants concernés. Ainsi, notre propre interprétation pencherait plutôt pour une mention des calibres de caronades pouvant s'adapter à cet équipement. Le dictionnaire de marine de Jules Lecomte, précédemment cité, évoque ces différents calibres de caronades : « *Les calibres qui suivent sont le 8, 12, 18, 24, 30 et 36 ; les Anglais en ont de 42. Les premières qu'ils fondirent étaient de 68 ; mais il y ont renoncé* »[443]. D'après sa définition, on constate que la série de calibres mentionnés ici renvoie à une ordonnance anglaise et non française. En effet, seuls les anglais produisaient et utilisaient des caronades de 42 et 32 livres. D'ailleurs, la présence de la lettre P, renvoit probablement au « pound », soit l'unité de la livre anglaise. L'ensemble des données portées par cet artefact renvoie donc à une production et un usage anglais, pour la Royal Navy, ce qui correspond parfaitement à l'histoire du *Pomone*. Ce vaisseau de 38 canons, bâti en 1805 pour la Royal Navy, fit naufrage lors de son retour vers Portsmouth en 1811 après une campagne victorieuse en Méditerranée contre des navires français.

Si cette série de chiffres correspond bien à des calibres, alors il est indispensable de se poser la question suivante : les couvre-platines de caronade étaient-ils adaptables sur la totalité de ces calibres, bien qu'ayant une amplitude très importante, ou étaient-ils dimensionnés pour s'adapter uniquement à un ou des calibres bien spécifiques ? Le fait que cette liste ait été

[443] Cf supra.

répartie en deux lignes, sans ordre numérique visible, pourrait nous faire pencher pour la deuxième hypothèse. Ainsi, les calibres placés sur la ligne du bas seraient ceux pour lesquels l'objet a été manufacturé. Il ne s'agit là que d'une simple hypothèse car les données ne nous permettent pas de la confirmer ; aucune caronade n'a pu être découverte associée avec son couvre-platine. De plus, la différence de taille entre un calibre 24 et 12 est très importante et sous-entendrait une adaptabilité au calibre 18 qui pourtant, est ici placé sur la ligne du haut.

D'après les critères morphologiques que nous venons d'établir, il a été possible de repérer cinq autres couvre-platines de caronade parmi le mobilier du littoral français observé au cours de cette thèse. Ainsi, un artefact découvert de manière isolée sur les côtes du Finistère ressemble trait pour trait à celui provenant du *Pomone* (FIGURE 293). Il n'a donc pas été difficile de procéder à son identification. Les inscriptions, bien que moins lisibles, sont également similaires : une broad arrow sur chaque flanc de la zone bombée, l'appellation CARRONADES en lettres capitales, et enfin, la série des mêmes chiffres associés à la lettre P. Seules deux différences minimes sont notables. Il s'agit d'une part de la position de la flèche, située cette fois sur le flanc de la zone bombée et non sur son sommet, et d'autre part, de l'emplacement des deux trous de fixation sur la bande de plomb plate. Sur l'artefact du *Ponome* ils se situaient à ses extrémités tandis qu'ici ils sont placés en son centre.



Figure 293 : Couvre-platine de caronade, découvert de manière isolée, portant des inscriptions, non daté, Num 566 (photos M. Veyrat, dépôt DRASSM SRA Nantes)

La série de chiffres réalisée ici est beaucoup moins précise et régulière. Il semblerait que certaines inscriptions aient été faites dans un second temps, dans des zones ayant été abimées. C'est le cas notamment de la lettre P accompagnant le chiffre 24. Leur facture est totalement différente. La présence de broad arrow et de ces calibres nous permet d'affirmer que cet artefact a été produit initialement pour le service de la Royal Navy. Toutefois, sa découverte isolée ne nous permet pas de confirmer son appartenance à un navire anglais. En effet, les réemplois de certains équipements du bord étant fréquents suite à des prises de navire et il est

tout à fait possible qu'il ait pu être employé sur un navire d'une autre nationalité. Enfin, le fait que cet artefact soit identifié comme un couvre-platine de caronade nous permet d'envisager une datation entre 1780, date de l'équipement systématique des navires de la Royal Navy avec des caronades, et le milieu du XIXe siècle, période à laquelle les caronades sont progressivement abandonnées de l'artillerie navale.

Deux autres artefacts, provenant d'une épave presque contemporaine au *Pomone*, le *Marlborough* naufragé en 1800, peuvent également rejoindre ce type de mobilier. Le premier couvre-platine n'est pas totalement conservé puisqu'une partie de sa bande plane a disparu (FIGURE 294 a). Toutefois, sur la partie restante on peut cette fois encore repérer les lettres « ONADES » provenant initialement du mot carronades comme sur les exemples précédents. Des chiffres semblent également être présents mais l'oxydation de la pièce ne permet pas leur déchiffrement. Le second artefact est quant à lui préservé entièrement mais sa partie centrale est légèrement tordue (FIGURE 294 b). Cette déformation a pu avoir lieu au cours du naufrage du navire. Cette fois on ne relève sur la bande plane qu'une broad arrow accompagnée du chiffre 24 pouvant renvoyer au calibre de l'arme lui étant associée, soit 24 livres.

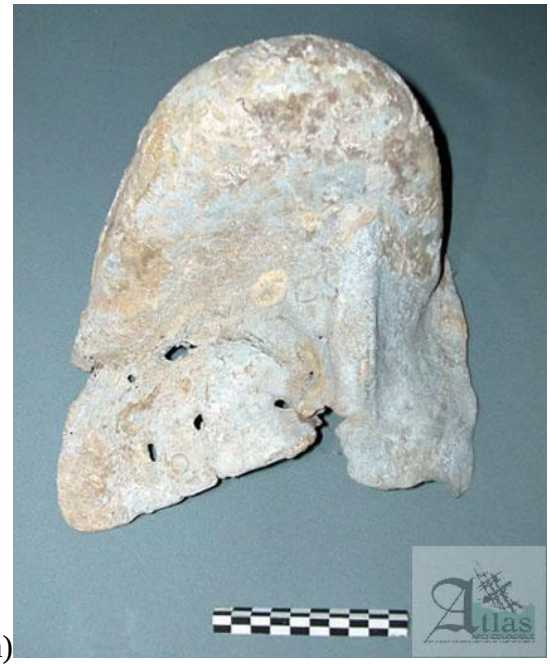
a)  b) 

Figure 294 : Feuilles de plomb identifiées comme des couvre-platines de caronade provenant de l'épave du *Marlborough*, 1800. De gauche à droite : a) Num 333, lettres « ONADE » visibles et chiffres sur un côté et b) Num 332, avec *broad arrow* et le chiffre 24, sur sa bande de plomb plat (photos base de donnée Atlas, ADRAMAR)

L'artefact découvert sur le site des Grandes Barges en Vendée présente encore la même morphologie mais ne possède aucune inscription hormis deux broad arrow répétées sur le flanc et le sommet de la zone centrale arrondie (FIGURE 295). Ce site archéologique n'a pu être identifié précisément mais pourrait être daté de la fin du XVIIIe ou du début du XIXe siècle d'après le mobilier archéologique qui y a été retrouvé.



Figure 295 : Couvre-platine de caronade découvert sur le site des Grandes Barges, XVIIIe-XIXe siècle, Num 567 (photos Michel Rolland dans rapport de fouille 2007, p. 19)

Enfin, une dernière feuille de plomb modelée a pu être incluse à cette catégorie de mobilier. Il s'agit d'un élément provenant du site du plateau de la Banche et possédant la même morphologie que les artefacts précédents (FIGURE 296). Toutefois, cette fois aucune inscription n'a pu être relevée mais la présence d'une importante couche d'oxydation pourrait expliquer cette absence.



Figure 296 : Couvre-platine de caronade mis au jour sur le site du Plateau de la Banche, XIXe ?, Num 258 (photo M. Veyrat, dépôt DRASSM SRA Nantes)

Si l'aspect visuel de l'ensemble de ces artefacts est extrêmement homogène, leurs dimensions varient plus largement, de 25 cm à 35 cm de long pour leur bande plane, de 17 à 25 cm de large au niveau de leur base, et de 10 à 18 cm de haut en zone centrale. Cela semble cohérent avec l'existence de caronade de calibres très variés : de 12 pour les plus petites à 42 pour les plus imposantes.

Ainsi, le plomb, par son extrême malléabilité et son étanchéité s'est adapté aux évolutions de l'artillerie navale tout au long de la période étudiée passant progressivement d'une simple feuille de plomb entière pour les premiers couvre-lumières du XVIe siècle, à des feuilles plus travaillées à partir du XVIIIe siècle. Ainsi, des découpes y ont d'abord été

réalisées pour suivre les divers diamètres des canons, puis des enfoncements ont été pratiqués pour permettre à la feuille de plomb de recouvrir les platines ou batteries nouvellement conçues, équipant progressivement l'artillerie maritime à la fin du XVIIIe siècle et jusqu'au milieu du XIXe siècle.

4.3.2. Equipement du bord

Nous allons maintenant nous attacher à l'étude des équipements en plomb mis en œuvre dans diverses activités de la vie quotidienne du bord : la pêche, la métrologie, la navigation ou encore l'éclairage du navire. Le choix a été fait de regrouper au sein d'un même chapitre l'ensemble de ces artefacts pourtant hétéroclites car aucun d'entre eux ne pouvait être rattachés à la charge d'un seul et unique membre d'équipage. Ces équipements, à la disposition de plusieurs personnes à bord, remplissaient de multiples tâches, réparties dans l'ensemble du navire. Les listes d'armement ou de désarmement des navires, lorsqu'elles les mentionnent, ne les rattachent d'ailleurs à aucun poste d'équipage particulier. Ainsi, à titre d'exemple, l'inventaire de désarmement de la *Sainte-Roze* à son retour de la mer du Sud le 8 juin 1715 à Saint-Malo, évoque la présence à bord d'équipements de pêche, à savoir : « *une vieille seyne hors de service* » et « *21 lignes à pescher* », sans toutefois préciser le poste auquel ils étaient attribués[444].

➔ Des lests de plomb pour pêcher

Cette archive, déjà citée au paragraphe 2.4.6. nous présente les deux types d'équipement de pêche pouvant être employés à bord, à savoir les lignes et les filets de pêche[445]. Ces deux éléments ne peuvent être mis en œuvre qu'en étant suffisamment lestés pour plonger dans l'eau et s'y maintenir jusqu'à temps que le poisson morde à l'hameçon ou se prenne dans les mailles du filet. Le plomb étant un métal excessivement dense et résistant à des contacts répétés avec l'eau de mer, il est compréhensible qu'il ait été choisi pour réaliser ce type de lest.

Aucun critère morphologique distinctif n'a pu être extrait des définitions consultées, toutefois, il est possible d'établir les caractéristiques indispensables au fonctionnement de ces deux types de poids. Ainsi, dans le cas des lignes de pêche, il semble évident que le poids doit pouvoir être suspendu, impliquant pour cela la présence d'un trou à l'une de ses extrémités pour permettre le passage du fil. De plus, le but étant de faire couler la ligne tout en lui

[444] AD 35, 9B251, 1715.

[445] Rappelons seulement ici que les filets sont généralement nommés des seines, ou plus rarement des seynes, sennes ou seunes. Les lignes quant à elles n'ont toujours porté que cette appellation. Pour plus de détails se rapporter au chapitre 2.4.6.

permettant de suivre le rythme de l'eau pour insuffler à l'hameçon un mouvement le plus naturel possible, il faut envisager l'usage de poids relativement légers.
En ce qui concerne les filets de pêche, il s'agit cette fois de placer une rangée de poids à leur base. D'après l'illustration fournie par Duhamel du Monceau et déjà présentée, il semblerait qu'ils n'aient pas été suspendus mais directement positionnés dans leur longueur sur le câble à la base du filet. Ce mode de fixation implique que ces plombs possèdent une forme allongée et qu'ils puissent être installés aisément sur le filet. Pour cela, le plomb peut être soit enfilé sur la ligne avant que le filet soit terminé et clos, soit refermé autour du câble une fois le filet fini.

Si on observe le mobilier archéologique d'après ces divers critères, deux types de poids de plomb semblent parfaitement répondre à ces morphologies spécifiques. Il s'agit d'une part, de poids de forme plus ou moins pyramidale, mesurant une dizaine de centimètres maximum pour une masse inférieure à un kilogramme. Tous possèdent à leur sommet un trou de suspension et devaient servir à lester des lignes de pêche.

D'autre part, nous avons pu repérer des poids de forme allongée et percés à leurs deux extrémités ce qui suggère le passage d'une ligne sur toute leur longueur. Au sein de ce groupe d'artefacts, deux morphologies peuvent être distinguées : les poids de forme plutôt ovales, très bombés en leur centre que nous nommerons « ovoïdes » et ceux beaucoup plus fins, longs et droits que nous appellerons « tubulaires » (FIGURE 297). Les premiers sont coulés directement dans cette morphologie puisqu'on peut repérer en leur centre une zone en relief, symbole de la jonction des deux parties du moule (fléchée en rouge sur la photo). Ils doivent ensuite être percés sur toute leur longueur pour pouvoir être enfilés sur la ligne à la base du filet de pêche. Les seconds consistent quant à eux en une feuille de plomb plane, enroulée directement autour de la ligne du filet. Ils sont régulièrement retrouvés ouverts sur toute ou une partie de leur longueur.



Figure 297 : Lot de poids de filets de pêche (ovoïdes et tubulaires) retrouvés sur les épaves de la bataille de la Hougue, 1692 (photo P. Foliot, CNRS, DRASSM, musée maritime de l'ile de Tatihou)

A ce jour, près de 44 fiches inventaires ont pu être établies pour recenser les 207 poids en plomb correspondant à ces divers critères fonctionnels[446]. Les poids de ligne sont bien souvent retrouvés en plus petit nombre que ceux des filets de pêche ce qui semble logique d'après les quantités de lest placées respectivement sur chacun de ces types d'équipement.

Si la forme générale des poids de ligne demeure constante, leur aspect peut varier largement, depuis des poids de section carrés à des artefacts tronconiques ou encore en forme de boulet. L'épave de la *Dauphine*, 1704, présente à elle seule ces trois morphologies (FIGURE 298). Il faut imaginer que l'unique contrainte à respecter est la suspension du lest et une pesanteur suffisante pour faire couler la ligne. Ainsi, il était laissé une grande liberté à l'artisan pour choisir la forme à donner à ces lests de plomb. De plus, la facilité de remplacement de ces éléments directement à bord entraine nécessairement une plus grande variabilité morphologique puisqu'elle dépend directement des moules et de la matière disponible à bord.



Figure 298 : Poids de ligne de pêche découverts sur la *Dauphine*, 1704, Saint-Malo. De gauche à droite Num 36, 37 et 35 (photos T. Seguin, Adramar)

Cette diversité morphologique entraine une plus grande variabilité des dimensions et des masses de ce groupe d'artefacts (TABLEAU 37). Toutefois, si l'on observe les écarts-types calculés pour chacune de ces valeurs, on constate qu'ils sont relativement peu élevés, signifiant ainsi qu'une très large proportion de ces artefacts présentent des dimensions similaires. Il semble donc exister une certaine homogénéité pour les caractéristiques données à ces poids de ligne de pêche ; celles-ci peuvent être définies d'une manière approximative d'après les valeurs des moyennes établies ici : 4,1 cm de largeur à leur base, 2,1 cm à leur sommet, pour une hauteur de 8,9 cm et une masse de 0,9 kg.
D'après les écarts-types, il semblerait que la hauteur de ces artefacts représente la donnée la moins constante mais celle-ci semble peu influer sur les autres valeurs. Ainsi, la base de ces lests de pêche semble relativement constante, ce qui entraine la production de poids plus ou moins verticaux suivant leur hauteur respective.
Aucune de ces variations dimensionnelles ne peut être reliée à une quelconque évolution chronologique.

[446] Sur ces 44 fiches inventaire, 43 sont suffisamment précises pour être exploitées lors de cette thèse.

Seuls quatre poids pèsent plus de deux kilogrammes et pourraient donc être envisagés comme des sondes ou des lests à vocation totalement différente, mais leurs dimensions réduites ne permet pas ces rattachements. De plus, certains d'entre eux possèdent des morphologies totalement similaires à d'autres artefacts plus légers, comme par exemple le Num 35 de la *Dauphine* et les Num 419 et 543 de Men Garo 1. Ces derniers sont légèrement plus grands mais beaucoup plus lourds, ce qui nous oblige à envisager l'emploi de matériaux différents afin d'expliquer ces variations. Ainsi, du plomb plus pur ou une l'insertion d'un cœur en fonte à l'intérieur des artefacts de Men Garo 1 pourraient être des hypothèses envisageables que nos observations semblent d'ailleurs confirmer (FIGURE 299).



Figure 299 : Détail du remplissage interne visible au sommet du poids de pêche de Men Garo 1, épave supposée du *Fougueux*, 1696, Num 543 (photo M. Veyrat)

Num Iso	Provenance	Dim. base (cm)	Dim. sommet (cm)	Hauteur (cm)	Masse (kg)
1	Arab, 1796	4,8	6	10,2	1,2
2	Arab, 1796	5,4	3	9,2	1,2
10	Repulse, 1800	2,8	2,2	7,8	0,4
13	Séduisant, 1796	3,6	1,1	7,9	0,3
20	Anse Solidor, non daté	3,4	0,9	13,1	1
35	Dauphine, 1704	5,9	2,4	8	0,2
36	Dauphine, 1704	2,5	2,1	6,2	0,4
37	Dauphine, 1704	5	2	9	0,7
40	Boussole, 1788	5	2	10,5	
51	Rhône, 1836	3,6	2,6	10,7	
55	inconnu, non daté	4,3	2	7,4	0,6
84	Maidstone, 1747	4	2	8	
90	Perros Guirec, non daté	4		7,8	
91	Perros Guirec, non daté	5,5		10	
92	Perros Guirec, non daté	5,5		14,2	
96	Perros Guirec, non daté	3		5,3	
104	Mary Rose, 1545	2	1,8	10	0,3
112	Miche Archangelo, 1871	5,5	2	10,5	2,5
113	Miche Archangelo, 1871	6	3	10,5	1
114	Miche Archangelo, 1871	5,5	2,5	9	1
120	Miche Archangelo, 1871	5	2,5	8,5	0,9
122	Miche Archangelo, 1871	5	3	6	0,7
143	ZI 24, XVIIe-XVIIIe	3,2	1,4	6,7	0,4
144	ZI 24, XVIIe-XVIIIe	4,1	1,3	5,6	0,3
410	épave aux Meules, XIXe	3,2	1	9	0,3
411	épave aux Meules, XIXe	3,4	1	8,5	0,3
412	épave aux Meules, XIXe	2,8	0,6	8,2	0,3
413	épave aux Meules, XIXe	2,5	2	7,5	0,3
414	épave aux Meules, XIXe	3,9	2	8	0,4
415	épave aux Meules, XIXe	1,4	1,4	9	0,2
419	Men Garo 1, 1696?	8	3,5	12	2,7
437	Saint Géran, 1744	3,7	1	6,6	
440	Sirius, 1810	2,6	1,8	9	
494	Batavia, 1629	5,5	2	13,8	
506	Sirius, 1810	2,1	2	6,7	
507	Banda, 1615	2,1	1,3	6,1	
523	Shapphire, 1696	3,4	2,7	15,3	2,2
543	Men Garo 1, 1696?	8	3,6	12,5	2,6
562	Aber Wrac'h 1, XVe	3		4,7	
	MAXIMUM	8	6	15,3	2,7
	MINIMUM	1,4	0,6	4,7	0,2
	MOYENNE	4,1	2,1	8,9	0,9
	ECART TYPE	1,5	1,0	2,5	0,8

Tableau 37 : Tableau présentant les dimensions et les masses des poids identifiés comme lests de ligne de pêche (réalisation personnelle)

Ainsi, de la même manière, la forme des poids de filet est relativement constante mais leur longueur varie largement. Ces variations se ressentent principalement sur les plombs tubulaires ce qui pourrait résulter de leur mode de production (TABLEAU 38 et FIGURE 300). En effet, les poids ovoïdes étant coulés, leurs dimensions dépendent directement de

celles du moule employé ; ainsi, les variations au sein d'un même lot sont minimes et si plusieurs modules sont repérés alors ils résulteront du choix volontaire d'employer deux moules différents. A l'inverse, les poids tubulaires sont excessivement simples à réaliser puisqu'il suffit de replier un morceau de plomb sur lui-même. Ainsi, il n'est pas impossible qu'un grand nombre d'entre eux puissent avoir été produits directement à bord, à partir de restes de plomb de dimensions variables. Les épaisseurs des feuilles de plomb disponibles pour réaliser ces équipements restent relativement constantes, autour de 0,2 à 0,3 cm, soit environ une ligne, ce qui correspond bien à celle des feuilles et plombs en table embarqués comme matériau de réserve. Le diamètre de ces lests de plomb est lui aussi relativement stable puisqu'il s'agit d'encercler une ligne de filet d'épaisseur constante. Ce n'est donc que la longueur qui variait, suivant les dimensions du morceau de plomb employé pour réaliser le lest. Il s'agit de la forme de poids la plus facile à produire et c'est sans doute la raison de leur présence en si grand nombre sur les sites archéologiques.

Num Iso	Provenance	Nb d'artefacts	Longueur (cm)	Diamètre (cm)	Epaisseur feuille (cm)
416	épave aux Meules, XIXe	75	5	1,5	
416-bis	épave aux Meules, XIXe	11	10	sup. 1,5	
428	Jeanne Elisabeth, 1755		7,5	2,2	0,2
502	La Hougue, 1692	6	3,5 - 7,4	1,8 - 2,4	0,2
503	La Hougue, 1692	17	3,8 - 8,4	1,4 - 2,4	0,3
504	La Hougue, 1692	44	3,1 - 9	0,9 - 2,4	0,3
505	La Hougue, 1692	13	3,3 - 6	1,5 - 1,7	0,3
562	Aber Wrac'h 1, XVe		12	2,3	
562-bis	Aber Wrac'h 1, XVe		2,7	1,7	
	MAXIMUM		12	2,4	0,3
	MINIMUM		3,1	0,9	0,2

Tableau 38 : Tableau présentant les dimensions des feuilles de plomb enroulées, identifiées comme lests de seine (réalisation personnelle)



Figure 300 : Lot de poids de seine tubulaires, de diverses taille et morphologie, issu du gisement E de la bataille de la Hougue, 1692 (photo M. Veyrat, musée maritime de l'ile de Tatihou)

Les poids de filet de pêche sont régulièrement découverts concentrés en zone arrière des épaves ce qui correspondrait à l'emplacement de stockage le plus cohérent pour l'usage qui était fait de ces équipements. En effet, les filets de pêche devaient être lancés depuis l'arrière des navires, pour y être trainés, à la manière de nos chaluts modernes. Il est facile d'imaginer ces marins, jetant leurs lignes ou filets avec l'espoir de pouvoir agrémenter leur repas habituellement si maigre de poisson frais.
Il faut toutefois rester extrêmement prudent quant au positionnement de ces poids car leur masse réduite les rend plus sujets aux perturbations pouvant survenir lors du naufrage ou en contexte post-dépositionnel.

Si l'on étudie maintenant la répartition chronologique de ces artefacts de pêche, on constate qu'ils sont présents de manière constante depuis le XVe siècle avec l'épave d'Aber Wrac'h 1, jusqu'à la fin du XIXe siècle sur le Michel Archangelo, 1871. Les morphologies retrouvées sur le site d'Aber Wrac'h 1 sont identiques à celles mises au jour ultérieurement (FIGURE 301), témoignant ainsi la parfaite adéquation de ces formes si simples avec leur fonction de lest. Aucune modification n'a donc été nécessaire au fil des siècles pour réaliser cette action ancestrale qu'est la pêche.



Figure 301 : Poids de seine et de ligne de pêche retrouvés sur l'épave Aber Wrach 1, XVe siècle (photos Atlas ADRAMAR)

D'ailleurs, si l'on observe certains lests de filets ou de lignes de pêche vendus de nos jours, il est frappant de voir à quel point leur morphologie est similaire à celles des artefacts archéologiques inventoriés ici (FIGURE 302). Le terme de seine est également encore parfois employé pour désigner ce type de filet trainant.



Figure 302 : Filet de pêche contemporain, lesté par des poids en plomb (photo E ; Veyrat prise à Terre Neuve)

Nous tenions enfin à préciser que malgré l'identification de ces trois morphologies différentes, liées à deux modes de pêche distincts, il n'est pas impossible que certains poids initialement prévus pour les filets aient en réalité équipés des lignes de pêche. En effet, leurs dimensions et leur masse étant très proches, aucune restriction ne peut être émise quant à cette utilisation. La distinction entre lest de ligne et de filet n'est donc pas si claire, et l'absence de leurs équipements associés, réalisés en matière organique difficilement préservée, ne permet pas d'être totalement affirmatif sur ce point précis[447].

➔ Pesons de balance

Un autre type de poids en plomb apparait régulièrement dans l'équipement standard des navires ; il s'agit de pesons destinés à la métrologie, soit la pesée, la mesure des denrées. Ces derniers apparaissent sous l'appellation « poids » dans les inventaires consultés et jamais sous le terme de peson. Afin de mieux différencier les poids de pêche de ces poids de métrologie, nous avons choisi de les inventorier sous cette appellation spécifique à la balance qui leur est associée. Selon les inventaires, ces poids apparaissent listés à divers postes d'équipage car ils peuvent être employés pour des usages variés à bord tels que le commerce et la vente de certaines cargaisons, la fabrication de décoctions médicinales en apothicairerie, ou encore la pesée des quantités de poudre nécessaires au service des canons et des armes à feu portatives : « *Ustencils du Pilote : balances et poids de plomb : pour peser la poudre et remplir les gargousses »*[448]. Ainsi, divers maitres et officiers du bord pouvaient avoir recours à ces instruments de mesure : le maitre canonier ou le maitre d'armes, le pilote, le chirurgien ou encore le capitaine. Les inventaires d'armement sont précieux pour attester de l'emploi du plomb pour réaliser certains de ces poids, mais ils ne permettent pas de restituer leur morphologie exacte puisque leurs mentions se limitent bien souvent à de simples : « *plombs pour balance* » ou « *plombs de balance* »[449].

Comme nous l'avions mentionné au chapitre 2.4.3. portant sur l'équipement du maitre canonnier dans les sources documentaires, il est toutefois possible de découvrir, au détour d'un inventaire, la mention de certaines de ces masses. Ainsi, rappelons que l'inventaire de la *Sainte Roze* évoque des poids de plomb de 25 et 12 livres, ce qui représente des poids imposants de 12,2 et 5,9 kilogrammes, or, ces données sont très éloignées des masses des pesons retrouvés archéologiquement (TABLEAU 39 infra). À ce jour, il s'agit de l'unique archive nous ayant livré de telles données numériques mais le dépouillement de nouveaux inventaires ne pourra qu'améliorer nos connaissances à ce sujet.

[447] Cette limitation est la raison pour laquelle les poids ont été identifiés suivant leur destination potentielle dans la rubrique « terminologie historique », mais regroupés au sein d'un groupe unique de « poids de pêche » par la rubrique « identification » de la base de données.
[448] AN Mar D1-60, 1600-1735, folio 17.
[449] AN Mar D1-50, 1787, folios 358 v et 284 v.

Les pesons représentent bien souvent la seule preuve archéologique de la présence de balances à bord des navires car celles-ci, du fait de leur composition en bois et fer, se conservent très mal une fois dans l'eau de mer.

Ainsi, il semble difficile d'identifier les poids destinés à la pesée de ceux destinés à la pêche uniquement d'après les données documentaires car certaines de leurs caractéristiques peuvent être similaires. En effet, suivant le type de balance utilisée, à plateau ou à bras, le poids associé pourra présenter ou non, un trou de suspension à son sommet. Toutefois, d'après l'observation du mobilier archéologique, il semblerait que ces éléments puissent être distingués d'après leur aspect visuel puisque les pesons de balance, apparaissent tous plus ramassés, c'est-à-dire avec une base large et une hauteur moindre. De plus, leur sommet n'est pas aussi étroit que celui des lests de pêche, ce qui entraine un profil plus droit, moins pyramidal (FIGURES 303 à 305 infra). La présence d'une base plus large et d'un sommet moins étroit est à mettre en relation avec le fait que ce poids n'a pas besoin de couler dans l'eau mais qu'il doit au contraire être le plus stable possible, que ce soit posé sur le plateau de la balance ou suspendu à l'un de ses bras. La masse de ces pesons est donc plus également répartie grâce à ces formes plus droites.

D'après ces critères morphologiques et fonctionnels, nous avons pu à ce jour inventorier 44 poids en plomb pouvant servir de lest de balance[450]. Si l'on observe maintenant plus en détail ce corpus fonctionnel, deux grands types de pesons apparaissent clairement suivant leur mode d'utilisation sur la balance : posés sur un plateau ou suspendus. Ils apparaissent séparés par un trait noir plus épais sur le tableau joint. Ainsi, les premiers présentent un sommet non percé et une base totalement plane, en contact avec le plateau tandis que les seconds quant à eux, possèdent à leur sommet les vestiges de trous ayant permis la fixation d'un anneau de suspension métallique, souvent disparu aujourd'hui.

[450] Sur cet ensemble, 41 artefacts sont inventoriés avec suffisamment de précision pour pouvoir être analysés statistiquement.

Num Iso	Lieu de découverte	Datation	Dim. sommet (cm)	Dim. base (cm)	Hauteur (cm)	Masse (g)	Section	Inscriptions	Remarques
43	Soleil Royal	21/11/1759		6,5	6		octogonale	4 trous en carré sur une face = 4 livres?	
45	Boussole, Vanikoro	1788	5,5	6,2	3,2	941,8	circulaire	2 incisions sommet = 2 livres	
46	Boussole, Vanikoro	1788		5,5	5,4	970	octogonale	fleur de lys sommet + 2 trous sur une face = 2 livres	
381	la Hougue, C	1692	6,4	7,8	4,5	1943	circulaire	4 incisions sommet = 4 livres + 3 fleurs de lys sur sommet	
382	la Hougue, D	1692	6,4	7,5	3,95	1450	circulaire	3 incisions sommet = 3 livres + 3 fleurs de lys sur chaque face	
384	Assemblée Nationale	02/09/1795	6	9	5	2050	circulaire	4 incisions sommet = 4 livres	
385	Assemblée Nationale	02/09/1795	5	6,5	4,5	1350	circulaire	non	
386	Alcide	23/12/1747		6,4	1,5	110	circulaire	non	
386 bis	Alcide	23/12/1747		5,1	2,7	482	circulaire	1 ou 2A sur le dessous	
386 ter	Alcide	23/12/1747		3,3	3,7	954	circulaire	2 incisions base = 2 livres	
387	Prince de Conty	3/12/1746	6	7,2	3,8	1250	circulaire	3 incisions sommet = 3 livres	Trouvé dans la zone des cuisines.
391	Aimable Grenot	1749		2,6		266	circulaire	non	Poids de mesure pour médecine ou artillerie? 8 onces = 244,75 g
392	la Hougue, C	1692	2,7	3,4	1,5	125	circulaire	3 fleurs de lys base	
393	Prince de Conty	3/12/1746	4,8	6	3,6	975	circulaire	non	trouvé dans la zone des cuisines
394	Prince de Conty	3/12/1746	2,9	3,8	2	225	circulaire	non	trouvé dans la zone des cuisines
395	Prince de Conty	3/12/1746	2,5	3,1	1,5		circulaire	non	trouvé dans la zone des cuisines
399	Droits de l'Homme	14/01/1797		9,2	env. 3,5		circulaire	4 incisions sommet = 4 livres ?	
401	Saint Geran, Maurice	18/08/1744	2,5	3,3	1,6		circulaire	non?	
404	Banda, Maurice	6/03/1615	3,4	4	2	200	circulaire	non	
405	Banda, Maurice	6/03/1615	2,9	3,6	1,9	180	circulaire	3 étoiles	
406	Banda, Maurice	6/03/1615	3,2	4	2,5	200	circulaire	non	
462	Astrolabe, Vanikoro	1788	3,1	3,8	2	192	circulaire	non	
496	Batavia, Australie	4/06/1629	3,5	4,5			circulaire	2 incisions sommet = 2 livres ?	
532	Machault, Canada	8/07/1760	2,5	2,8	1,1	61	circulaire	fleur de lys base	Masse de 61g = 2 onces; utilisé fréquemment en apothicairerie.
533	Machault, Canada	8/07/1760	5,2	6	3,1	931	circulaire	2 incisions sommet = 2 livres + fleur de lys base	
536	Auguste, Canada	16/11/1761		9,9	1,7	1566	circulaire	non	
538	Auguste, Canada	16/11/1761	4,2	4,5	1,3	206	circulaire	non	Masse 206g = 7 onces environ.
539	Auguste, Canada	16/11/1761		3,6	1,1	105	circulaire	non	Masse 105g = 3,5 onces environ.
540	Auguste, Canada	16/11/1761		7,7	1,7	824	circulaire	non	Masse 824g = 1 livre et 27 onces.

Num Iso	Lieu de découverte	Datation	Dim. sommet (cm)	Dim. base (cm)	Hauteur (cm)	Masse (g)	Section	Inscriptions	Remarques
88	Boussole, Vanikoro	1788		8,7	9	4800	octogonale	4 trous reliés formant une croix pour X = 10 livres + 3 fleur de lys sommet	2 trous à son sommet : anneau de suspension
396	Mauritius, Gabon	1609		7,5	6	1255	circulaire	3 incisions sommet = 3 livres anglaises + 1 poinçon en croix + initiales GL = fabricant Jan Guerrit Lourensz d'Amsterdam	Composite : base en fonte et le sommet en plomb.
397	Mauritius, Gabon	1609		5,7	3,5	970	circulaire	5 incisions sommet (3 et 2 pas dans même sens) = 2 livres d'Amsterdam + 2 poinçons	Composite ? Ce poids est tout en plomb mais il a peut être perdu sa base en fer?
398	Ariane et Andromaque	1812		7 x 7,2	4	940	carrée	non	Trous au sommet pour suspension?
400	la Hougue, F	1692		13,1 x 6	14,5	12500	rectangulaire	XXV = 25 livres + 4 fleurs de lys	Sur la face supérieure, un trou rectangulaire (1,6x1,8 cm) : fixation d'un anneau métallique
402	Banda, Maurice	6/03/1615		7,8	7,7	1476	circulaire	oui, marque fabricant balance : Jan Gerrit Lourensz, à Amsterdam + marque l'étalonneur (même personne) ; écusson d'amsterdam	Composite : base en fonte et sommet en plomb. Le sommet est très abimé mais il semble y a voir eu des trous pour la fixation d'un anneau de suspention.
403	Banda, Maurice	6/03/1615		5,7	6,6	492	circulaire	oui, marque fabricant balance : Jan Gerrit Lourensz, à Amsterdam + marque l'étalonneur (même personne) ; écusson d'amsterdam	Composite : base en fonte et sommet en plomb. Deux trous au sommet laissent penser à un anneau de suspension.
407	Maidstone	7/07/1747		6	10	1900	octogonale	broad arrow + 2 estampilles + 2 poinçons	
408	site des Poulins	XVIIIe	6	8,6	9		circulaire	non	Un trou au sommet : système de suspension disparu?
497	Batavia, Australie	4/06/1629	4,7	5			circulaire	4 incisions = 4 livres ? + 1 fleur de lys	2 trous au sommet : un anneau de suspension?
508	Saint Geran, Maurice	18/08/1744	dim sommet : 2,1x2,4	2,7	2,5		carrée	non	un trou traversant : suspension?
534	Machault, Canada	8/07/1760	5	5,5	1,4	228	circulaire	non	deux trous traversant : suspension?

Tableau 39 : Tableau des mesures et des masses des pesons de balance, qu'ils soient posés sur un plateau ou suspendus. Les couleurs distinguent les diverses formes de section (réalisation personnelle)

Toutefois, l'existence de ces deux modes de pesée ne semble pas avoir d'influence directe sur la morphologie des poids qui y sont associés puisque, pour la majorité d'entre eux, les mêmes formes se retrouvent au sein des deux catégories :

- Pesons suspendus, anneau métallique au sommet:
    - Base en fonte, sommet en plomb, section circulaire (en vert, notés « composite » dans les remarques et FIGURE 305)
    - Corps en plomb, section octogonale (en jaune et FIGURE 303)
    - Corps en plomb, section carrée ou rectangulaire (en bleu et FIGURE 304)
- Pesons posés sur un plateau :
    - Corps en plomb, section octogonale (en jaune et FIGURE 303)
    - Corps en plomb, section circulaire (en vert et FIGURE 305)

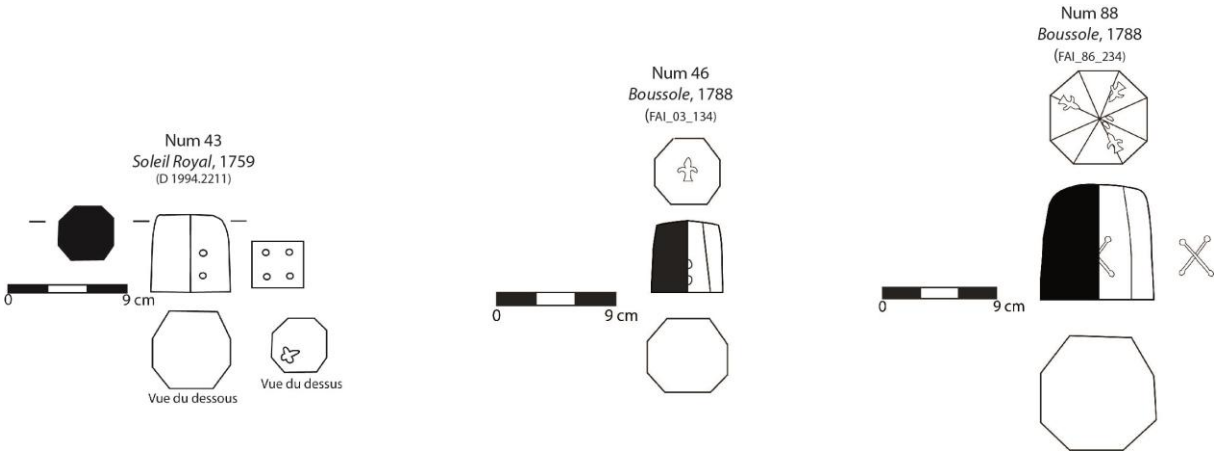


Figure 303 : Planche morphologique des pesons de section octogonale inventoriés au cours de cette thèse (dessins et composition personnelle)

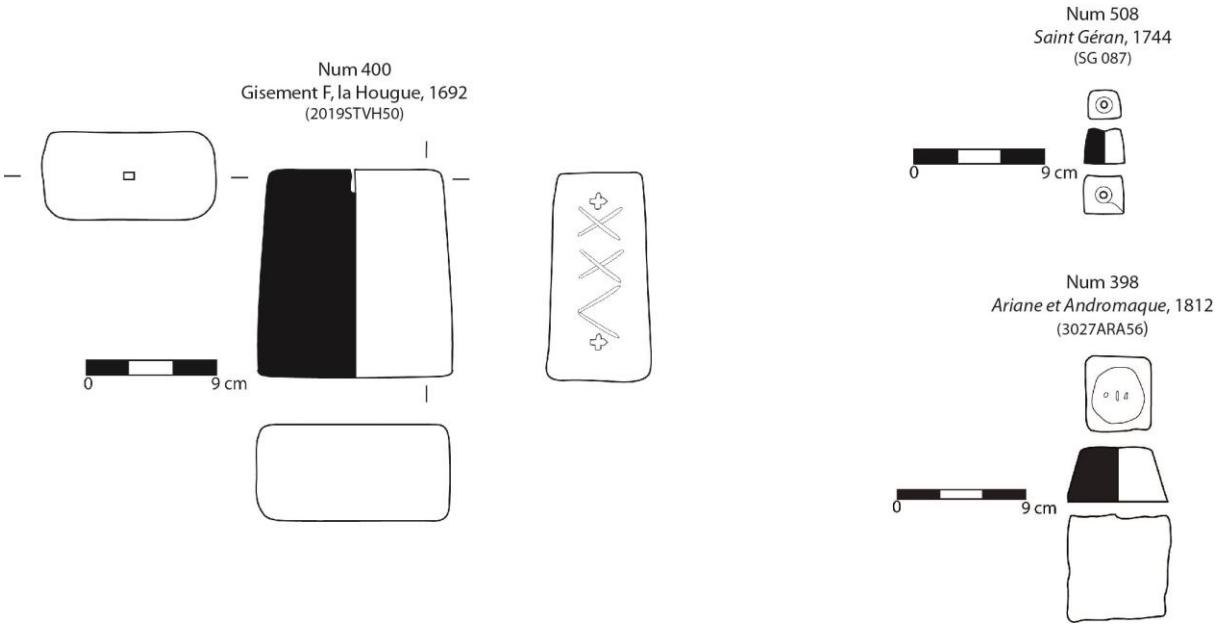


Figure 304 : Planche morphologique des pesons de section carrée inventoriés au cours de cette thèse (dessins et composition personnels)

Ainsi, à l'heure actuelle, seuls les pesons à section rectangulaires semblent caractéristiques d'un type unique de balance ; les autres morphologies ne peuvent être classées qu'à partir de la présence ou de l'absence des trous de suspensions au sommet des

poids. Les pesons circulaires sont quant à eux les plus largement représentés quantitativement, allant de la simple « galette » de plomb, à des poids plus verticaux (FIGURE 305).

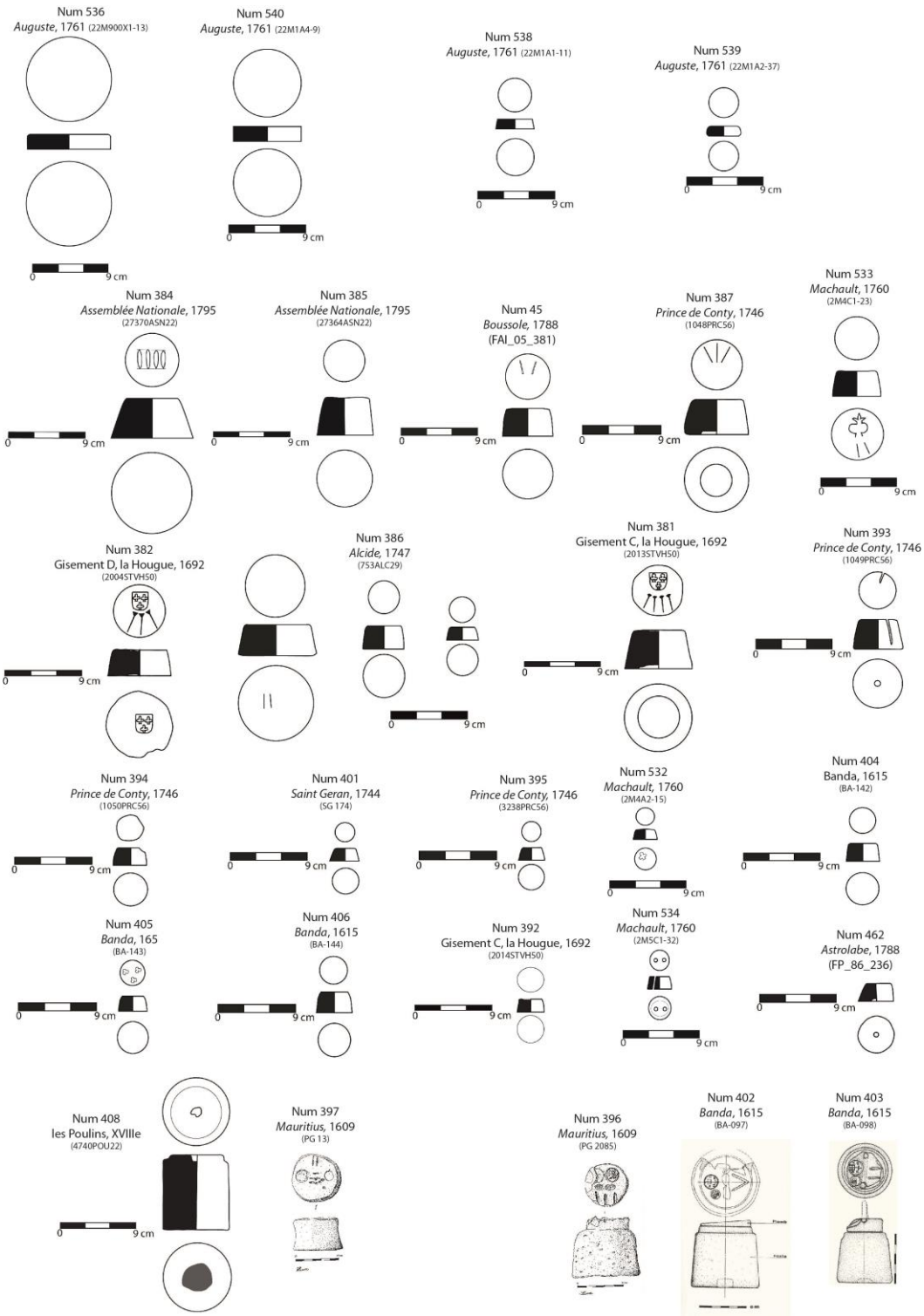


Figure 305 : Planche morphologique témoignant de la diversité des pesons de section circulaire (composition personnelle, dessins personnels et publications)

Il ne semble pas non plus possible d'établir un lien quelconque entre la masse de ces pesons et leur morphologie. En effet, on retrouve des pesons d'une même masse dans la totalité des

morphologies constatées. A titre d'exemple, des poids de deux livres présentant une section circulaire, octogonale ou carrée ont été inventoriés.

L'observation des morphologies des pesons suivant leurs datations ne permet pas non plus de voir apparaitre une quelconque évolution. En effet, hormis les pesons octogonaux, toutes les morphologies sont attestées depuis le XVIe jusqu'au XIXe siècle. Nous ne pouvons pas non plus considérer les pesons octogonaux comme révélateurs du XVIIIe siècle tant leur représentativité est faible par rapport à ce corpus (4/44). Il pourrait donc tout à fait s'agir du résultat du hasard des découvertes archéologiques.

De plus, si l'on détaille ce tableau, certaines épaves témoignent de la coexistence de différents types de balance à leur bord. C'est notamment le cas sur des sites particulièrement dispersés chronologiquement et géographiquement comme le sont la *Boussole* (Vanikoro, 1788), le *Banda* (Maurice, 1615), le *Batavia* (Australie, 1629) ou encore le *Machault* (Canada, 1760). Ainsi, le type de balance employée ne semble pas avoir été induit par la datation, la provenance ou l'armateur du navire concerné.

Enfin, les inscriptions relevées sur ces pesons sont semblables, quel que soit le mode de suspension de la balance ou la forme de ses poids. En effet, plusieurs catégories d'inscription ont pu être relevées, et elles se retrouvent sur l'ensemble des pesons : des trous, des incisions ou des chiffres romains révélant leur masse et des poinçons symboliques faisant référence à leur producteur ou propriétaire.
La comparaison des masses de ces pesons avec leurs marques permet bien souvent d'établir si leur lieu de production. En effet, avant l'apparition d'une unité de mesure internationale, telle que l'a été le kilogramme en 1795, la valeur de référence nommée la livre, variait d'un état à un autre, voire parfois d'une région à une autre. Ainsi, la livre de Paris valait sous l'Ancien Régime 489,506 g, quand celle d'Angleterre en valait 453,592 g et celle d'Amsterdam 494 g par exemple. Or, la masse des pesons était souvent clairement indiquée par la présence de marques significatives à leur surface, afin de faciliter le choix des éléments adaptés à la mesure à effectuer.
Ces marques pouvaient être symboliques, sous-entendues par des codes préétablis et connus de tous (FIGURE 306 a et b), ou être directement évoquées par une traduction de leur valeur en chiffres romains (FIGURE 307 a et b).

a)  b) 

Figure 306 : Marques de masse symboliques : a) incisions sur des pesons en plomb de différentes masses, épaves de la bataille de la Hougue, 1672, Num 381, 382 et 392 et b) trous sur le peson du *Soleil Royal*, 1759, Num 43 (photo Musée Maritime ile de Tatihou et M. Veyrat)

Afin d'être le plus clair possible, le code mis en place a été simplifié au maximum et ainsi, il a été établi que chaque incision ou chaque trou porté par un peson représentait une livre. Ce marquage permet une lecture immédiate, réalisable par tous.

L'autre mode d'indication de la masse des pesons est tout aussi simple puisqu'il s'agit de la traduire en chiffre romain. Ainsi, même si le peson octogonal présenté ci-dessous possède lui aussi des trous sur l'une de ses faces, ceux-ci ne représentent pas 4 livres mais bien 10 puisqu'ils sont reliés entre eux pour former une croix.

a) 

b) 

Figure 307 : Pesons dont la masse est indiquée en chiffres romains : a) Poids octogonal marqué d'un X et de fleurs de lys, et trace d'un anneau de suspension inséré, la *Boussole*, 1788, Num 48 et b) Poids rectangulaire marqué du chiffre XXV, de fleurs de lys et présence de trou pour anneau de suspension, épave de la Hougue, gisement F, 1692, Num 400 (photo T. Seguin et Musée Maritime ile de Tatihou)

En ce qui concerne les marques indiquant le producteur ou le propriétaire du peson, elles peuvent être de diverses natures : des initiales ou des symboles dessinés. Ainsi, on retrouve par exemple fréquemment des fleurs de lys pour la royauté française (FIGURES 306 a et 307 a et b) ou des broad arrow pour la marine royale anglaise. A ce jour, aucun autre symbole de

provenance, tel que celui des grandes compagnies maritimes par exemple (VOC, UEIC…) n'a pu être découvert. Les seules initiales découvertes à ce jour sont celles d'un producteur de balance exerçant à Amsterdam au début du XVIIe siècle, à savoir Jan Gerrit Lourensz, abrégé en GL sur les pesons. Il est intéressant de constater que sa marque a été retrouvée sur trois pesons de facture similaire provenant pourtant de deux sites différents : le *Mauritius*, coulé en 1609 sur les côtes du Gabon (FIGURE 308 b) et le *Banda*, naufragé à l'ile Maurice en 1615 (FIGURE 308 a). Ces artefacts présentent une section circulaire et des trous de suspension à leur sommet mais ils ne peuvent être classés parmi les autres pesons suspendus et circulaires puisqu'ils sont composites. En effet, leur base est en fonte et seul leur sommet est en plomb. Celui-ci consiste en un disque de plomb plus ou moins épais, fixé sur le dessus du poids de fonte servant de base à ce peson. L'association de ces deux matériaux ne peut s'expliquer que par la volonté de créer des poids moins lourds pour des dimensions similaires car elle les rend finalement plus fragiles. En effet, on ne retrouve bien souvent que la partie sommitale en plomb, comme c'est le cas pour l'un des deux exemplaires provenant du *Mauritius* par exemple.

a)



b)



Figure 308 : Pesons dont le corps est en fonte et le sommet en plomb : a) Détail marque initales GL pour producteur de balance à Amsterdam Jan Gerrit Lourensz, pesons du *Banda*, 1615, Num 402 et 403 et b) Num 396 issu du *Mauritius*, 1609 (photos M. L'Hour, DRASSM et Y. Von Armin)

Sur une épave plus tardive, le *Hollandia*, naufragé en 1743, plusieurs pesons ont été découverts dont certains présentaient une forme intéressante car très semblable aux sommets en plomb des pesons composites présentés ci-dessus : un disque en plomb relativement épais, deux trous de fixation et des inscriptions multiples (FIGURE 309). Toutefois, ici ces éléments

possèdent presque tous une extrémité saillante, placée à l'opposé de la face plane inscrite, et apparaissant creuse en son centre. La présence d'une telle tige pourrait témoigner d'un ancien enfoncement de l'objet dans une base en fonte et de sa fixation via l'insertion d'un anneau vertical traversant à l'intérieur. Ces artefacts pourraient donc illustrer la manière dont les sommets en plomb ont pu être fixés sur leurs bases en fonte, ce que nous n'avions pu voir à partir des objets encore complets. Cependant, sans la découverte d'un peson complet associé à ce type d'artefact, nous ne pouvons être totalement certains de notre interprétation.

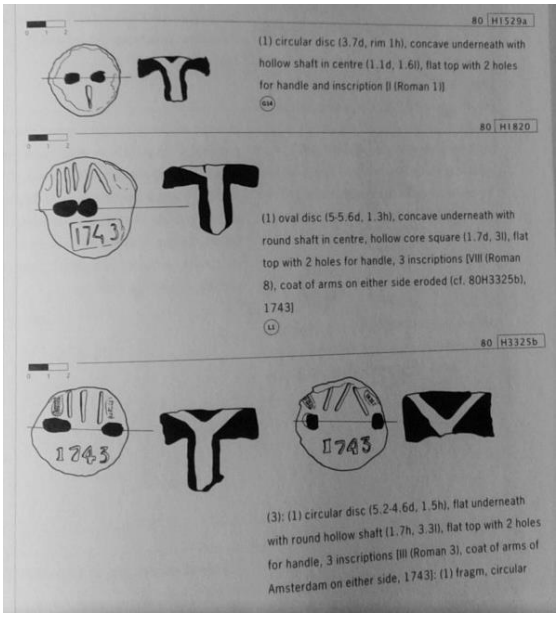
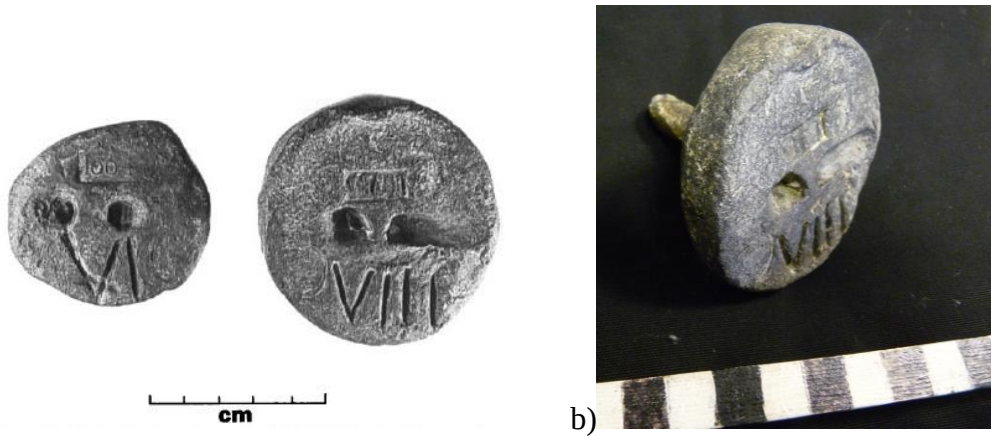


Figure 309 : Lot de pesons supposés avoir été associés à une base en fonte, épave du *Hollandia*, 1743 (dessins Gawronski, 1992, p. 453-455)

Deux artefacts plus anciens, provenant du *Kennemerland*, coulé en Ecosse en 1664 et du *De Liefde* naufragé dans la même zone plus tardivement, en 1711, présentent eux aussi cette même morphologie générale (FIGURE 310 a) et le même genre d'inscriptions sur leur face supérieure. De plus, une photographie de l'exemplaire du *De Liedfe* nous permet de constater la présence de cette même pointe en plomb mais n'offre pas de vision sur sa potentielle cavité interne (FIGURE 310 b).



a) b)

Figure 310 : Pesons provenant du *Kennemerland*, 1664 et du *De Liefde*, 1711, devant être associés à une base en fonte (photos Dobbs and Price, 1991, figure 12, p. 120 et photo site internet Shetland Museum)

Enfin, comme nous l'avions évoqué, certains pesons sont extrêmement petits et légers pour permettre des mesures très précises de quantités infimes comme les poudres utilisées en artillerie ou entrant dans la composition de remèdes médicinaux. On emploie le terme de « poids d'apothicaire » pour désigner ces pesons de quelques milligrammes bien qu'ils puissent aussi servir à d'autres usages.

Les quelques poids de ce type découverts sur le littoral français présentent généralement la même morphologie que des pesons plus lourds, comme c'est le cas sur l'une des épaves de la bataille de la Hougue puisque plusieurs pesons de la même forme y ont été trouvés (FIGURE 306 a supra) pour des masses variant de 1943 grammes, soit environ 4 livres, à 125 grammes. Le système de mesure employé en apothicairerie n'est pas basé sur la même valeur de référence puisqu'une livre médicinale vaut 373,3 g et non 489,506 g. De ce fait, cette livre médicinale peut ensuite être décomposée en 12 onces (31,1 g) ou 8 drachmes, elles-mêmes divisées en 3 deniers, composés de 20 grains chacun. Ce système parallèle est officiellement aboli en 1732 par la faculté de Médecine de Paris au profit du système de la livre « poids de marc », mais son usage persiste encore quelques temps dans certaines régions.

Certains de ces poids peuvent également ressembler à des balles de plomb aplaties (FIGURE 311).



Figure 311 : Poids d'apothicaire de 8 onces, épave de *L'Aimable Grenot*, 1749, Num 391 (photo T. Seguin, Adramar)

Des découvertes provenant de l'étranger témoignent d'autres morphologies, plus spécifiques à ce type de poids. Ainsi, sur l'épave du *Mauritius* déjà citée, une dizaine de pesons en forme de cônes ont été mis au jour mais à l'heure actuelle, il s'agit des seuls exemplaires connus de ce type (FIGURE 312).

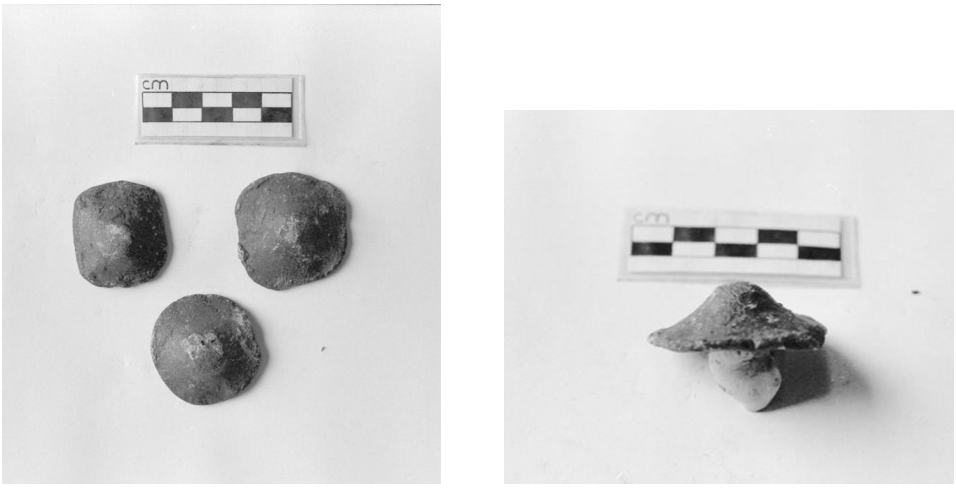


Figure 312 : Pesons en cône découverts sur le *Mauritius*, 1609 (photo M. L'Hour, DRASSM)

Enfin, l'épave du *Hollandia*, 1743, a quant à elle livré des poids d'apothicaire de forme carrée, et possédant sur leur face supérieure des marques indiquant en chiffres arabes cette fois leur masse en drachmes (FIGURE 313).

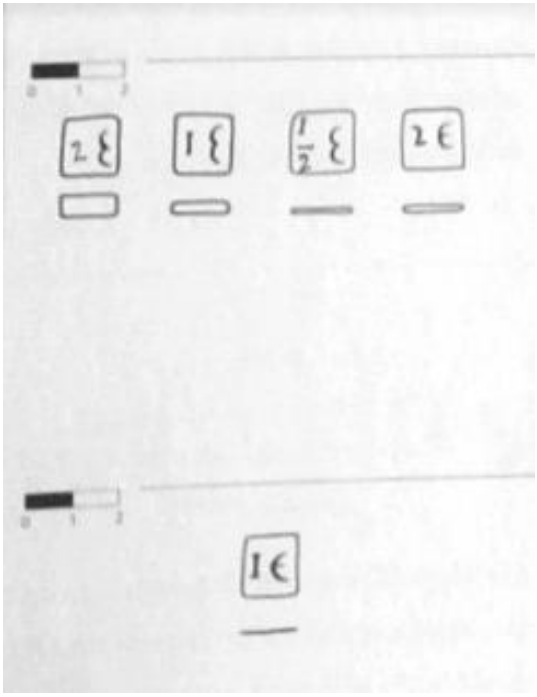


Figure 313 : Poids d'apothicaire découverts sur le *Hollandia*, 1743 d'une masse respective de 2, 1 et ½ drachmes (dessins dans catalogue Gawronski, 1992, p. 455)

➔ Sondes

Un dernier type de poids de plomb était employé à bord pour assurer la navigation et la sureté du navire. Il s'agit des plombs de sonde, instruments indispensables et connus des marins depuis l'Antiquité. Nous ne reviendrons pas ici sur leur mise en œuvre bord ou sur leur analyse archéologique détaillée puisque ce travail a fait l'objet de deux mémoires de Master 1 et 2. De ce fait, aucun plomb de sonde supplémentaire n'a été inventorié au cours de cette thèse afin de concentrer notre travail sur l'étude du reste du mobilier en plomb encore inconnu.

Toutefois, de nouvelles données documentaires ayant pu être recueillies lors de cette recherche, elles ont été présentées au sein du chapitre 2.4.4. de ce volume. Celles-ci nous fournissent une vision plus complète du mode de stockage des plombs de sonde tenus parés à servir dans des bailles de sonde sur le pont du navire. L'existence de demi poulie pour servir avec la sonde a également pu être révélée.

➔ Lampes à huile

Afin d'être en mesure de se déplacer au sein du navire, dans la pénombre de ses cales et entreponts, les hommes ont de tous temps eu recours à divers systèmes d'éclairage. Les lampes font partie de ces éclairages portatifs indispensables à bord mais elles représentent également un risque de départ d'incendie non négligeable puisqu'elles fonctionnent par la mise à feu de l'huile qu'elles contiennent. Le rapport des hommes à la présence du feu à bord est particulièrement complexe tant leur salut et leur perte y sont liés. Ainsi, bien que redoutées et très contrôlées, les lampes à huile étaient nécessaires à la bonne marche du navire : comment assurer ses tâches lors des quarts de nuits sans lune par exemple sans l'apport d'une lumière artificielle ?
Or, malgré leur caractère indispensable, ces équipements ne sont pratiquement jamais mentionnés dans les dictionnaires de marine consultés jusqu'à aujourd'hui. Les rares définitions retrouvées sont succinctes et ne mentionnent jamais l'emploi de plomb comme matériau potentiel ; les seules données fournies sont les suivantes : il s'agit de récipient ou « vase », contenant de l'huile et des mèches inflammables[451]. Aucune autre information n'est fournie concernant leur morphologie. A partir du XVIIIe siècle, quelques définitions évoquent l'emploi de cuivre pour réaliser ces artefacts, et leur suspension à bord pour suivre les mouvements du navire et ainsi minimiser le risque de déversement d'huile enflammée. Ainsi, l'inventaire officiel de l'équipement nécessaire à l'armement des navires du Roy au ponant en 1696 évoque la présence d'une : « *lampe de cuivre quarrée garnie de son ance et crochet de 4 a 6 pouces en quarré et 12 a 18 lignes de proffondeur* »[452].
Ces équipements apparaissent parfois listés au poste du pilote, comme dans l'inventaire de désarmement de la frégate *Sainte-Rose,* 1715 : « *Ustencilles du Pillotte : 3 lampes de cuivre* »[453], mais ils pouvaient être employés par plusieurs hommes à bord, tant les tâches nécessitant leur usage étaient nombreuses. Toutefois, devant les risques d'incendie encourus, leur utilisation était particulièrement contrôlée par les officiers du navire.

Ainsi, malgré l'absence totale de lampes en plomb dans les sources documentaires, il n'est pourtant pas rare de les observer archéologiquement. A ce jour, sept artefacts identifiés comme tels, ont pu être inventoriés (TABLEAU 40). Cinq d'entre eux proviennent du littoral français et les deux autres ont été découverts à l'étranger sur l'épave *Elizabeth and Mary,* naufragée au Canada en 1693. A ce corpus peuvent s'ajouter deux lampes supplémentaires, celles du *Hollandia,* 1743 et de *L'Amsterdam*, 1749, qui n'ont pas encore été inventoriées, faute de données suffisamment complètes à leur sujet. Elles devraient pouvoir l'être ultérieurement mais en l'état actuel, elles peuvent déjà être comparées visuellement puisqu'un dessin de chacune d'entre elles a été fourni dans des publications de fouille.

[451] La totalité des définitions recueillies peut être consultée dans le dictionnaire chronologique des termes liés au plomb, présenté dans le volume II de ce travail.
[452] AN Mar G222, 1696, folio 105.
[453] AD 35, 9B 251, 1751.

Certains de ces artefacts ayant été mis au jour de manière isolée, ils n'ont pu faire l'objet de datation, et ainsi, à l'heure actuelle, la répartition chronologique de ces vestiges est réduite à une cinquantaine d'années, de la fin du XVIIe jusqu'au milieu du XVIIIe siècle. Cette période est très brève et nous devons nous demander s'il s'agit d'une réalité historique ou si elle ne reflète que l'état de la recherche actuelle, souffrant d'un plus grand nombre d'artefacts de ce type. La facilité de réalisation de ces lampes en plomb et leur importance à bord nous laisse plutôt imaginer une utilisation très ancienne et non une durée de vie aussi courte.

Le plomb est donc bien attesté archéologiquement pour la réalisation de ces lampes à huile alors qu'il ne transparait dans aucune source officielle consultée à ce jour. Nous devons donc envisager l'usage de ce métal dans le cadre de réparations ponctuelles à bord et non pour des productions officielles destinées à l'armement initial des navires. Principalement réalisées en céramique, il était en effet probable qu'un grand nombre d'entre elles se brisent au cours des navigations, nécessitant leur remplacement immédiat faute de pouvoir se passer d'éclairage à bord. Or, quel est le matériau le plus rapide à modeler et le plus dense disponible à bord[454] ? Seul le plomb répond à ces caractéristiques et c'est sans doute la raison de ces découvertes archéologiques inattendues.
Cette étude permet donc de retrouver une pratique, des savoir-faire manuels, totalement méconnus des sources documentaires. La compréhension des gestes techniques permettant la réalisation de ces lampes ne peut se faire qu'à partir de l'étude de ces vestiges matériels.

La découverte, sur *L'Elizabeth and Mary*, 1693, de lampes à plusieurs stades de fabrication représente une aide précieuse pour la compréhension des modalités de leur processus de fabrication. Dans le rapport de fouille on peut lire la description suivante pour les deux lampes à huile retrouvées terminées : « *deux lampes de fabrication simple pour brûler du lard ou de l'huile ont également été mises au jour. L'une a été fabriquée d'une feuille de plomb et l'autre d'une feuille de métal cuivreux. Les deux présentent une forme similaire : les côtés d'une feuille de métal carrée ont été pliés vers le haut afin de former des becs pour recevoir les mèches. Les deux lampes étaient dotées de languettes perforées placées sur les côtés opposés, ce qui aurait permis de les suspendre et d'éviter qu'elles ne se renversent avec le tangage du navire* »[455] (FIGURE 314).

[454] La grande densité du plomb permet d'apporter une plus grande stabilité à la lampe créée.
[455] PARCS CANADA 1997, p. 36.



Figure 314 : Lampes de plomb découvertes sur l'épave de *L'Elizabeth and Mary*, 1690, Canada à plusieurs stades de fabrication différents (photo M.-A. Bernier, Parcs Canada dans Parcs Canada, 1997, fig. 63, p.36)

Sur la photographie présentée ici on constate la présence d'une lampe finie, avec deux pattes pour porter les trous de suspension, et d'une autre lampe de facture plus simple : les trous sont situés directement sur les bords du récipient carré. On note aussi une lampe écrasée, probablement lors du naufrage, ainsi que des feuilles de plomb prédécoupées avec une languette attendant d'être modelées pour servir de lampes à huile.
Les lampes en plomb étaient donc réalisées à partir des morceaux de plomb disponibles à bord. Ceux-ci pouvaient au besoin être découpés à l'aide d'un couteau pour produire la forme recherchée. Puis la feuille de plomb était modelée, ses bords redressés pour former les bords du futur récipient, par un martelage et des pressions répétées. Enfin, certains bords pouvaient être pincés pour former les angles étroits, nommés becs, qui serviront à recevoir les mèches.

En se basant sur ce mode de mise en œuvre extrêmement simple, il aurait semblé impensable que les marins ne le mettent pas à profit pour remplacer les lampes qui viendraient à manquer. La non spécialisation du plomb employé dans ce processus entraine nécessairement une grande variabilité morphologique des artefacts produits (FIGURES 315 et 316). Ainsi, certaines caractéristiques intrinsèques à la fonction de lampe à huile, comme les trous assurant la suspension de l'objet, le creux en son centre pour contenir l'huile et la présence d'au moins un bec pour y coincer une mèche, sont constantes sur la totalité des vestiges, mais leur aspect et leurs dimensions varient quant à eux largement. Si l'on observe leur aspect général, deux groupes morphologiques peuvent être distingués : les lampes carrées et les triangulaires-arrondies.

Provenance	Datation	Carrées	Triangulaires-arrondies	Trous suspension	Epaisseur feuille
Elizabeth and Mary	1693	X		2	inconnue
Elizabeth and Mary	1693	X		2	0,2
Charmante ?	1702	X		3	0,3
Dauphine	1704	X		Inconnu, fgts	0,4
Hollandia	1743	X		4	0,4
Amsterdam	1749	X		5	inconnue
Aimable Grenot	1749		X	3	0,3
Anse de Solidor	Non datée		X	2	0,3-0,4
Anse de Solidor	Non daté		X	1 visible	0,2

Tableau 40 : Liste des lampes en plomb connues à ce jour et de leurs principales caractéristiques (réalisation personnelle)

La lecture de ce tableau témoigne de la diversité de ces lampes en plomb, et ce, même au sein d'un groupe morphologique. Ainsi, parmi les lampes carrées les plus nombreuses, on note la présence de 2 à 5 trous de suspensions suivant les artefacts et des épaisseurs de feuille de plomb variant de 0,2 à 0,4 cm environ. La production de ces lampes n'est pas standardisée puisqu'il s'agit d'un complément ponctuel, dépendant du matériel disponible à bord.
Aucune évolution chronologique des formes de lampes ne peut être établie à ce stade car les exemplaires triangulaires datés ne sont pas assez nombreux, et il ne semble pas non plus y avoir de lien entre celles-ci et leurs dimensions. Le choix d'une forme plutôt que l'autre semblerait résulter des habitudes de chaque marin ou de la forme du morceau de plomb disponible.



Figure 315 : Lampes à huile du littoral français inventoriées, de gauche à droite et haut en bas : Num 128, fragments de lampe à huile découverte sur la *Dauphin*e, 1704 / Num 464, lampe triangulaire de *L'Aimable Grenot*, 1749 / Num 472, lampe carrée de l'épave supposée la *Charmante*, 1702 / Num 47 et 554, deux lampes circulaires découvertes dans l'Anse de Solidor, non datées (photos T. Seguin et M. Veyrat)

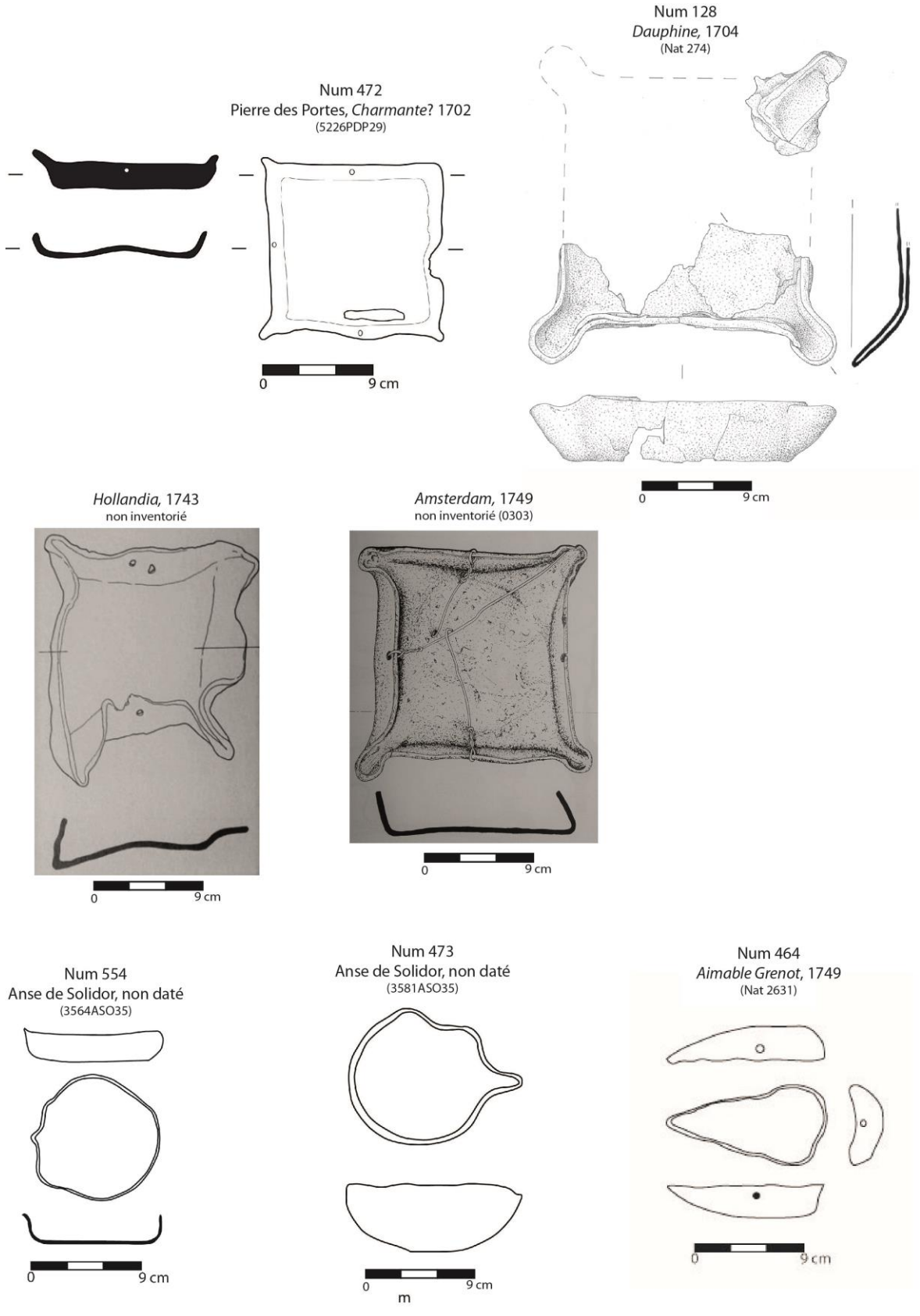


Figure 316 : Planche morphologique des lampes inventoriées et dessinées au cours de cette thèse (dessins Gawronski, Marsden, 1985, p. 103 et personnels)

Si on observe les dimensions des lampes carées on constate qu'elles mesurent toutes autour de 15 cm de côté pour une profondeur de 3 cm environ, excepté celle provenant de la *Dauphine*, qui s'avère plus large mais de la même hauteur de bord. Or, ces dimensions répondent aux normes éditées pour l'embarquement de lampes en cuivre à bord des navires de la marine royale, comme cela était stipulé dans l'inventaire de 1696 déjà présenté : 4 à 6 pouces carrés, soit 11 à 16 cm, pour 12 à 18 pouces de profondeur, soit 3 à 4 cm environ. Ainsi, malgré le caractère artisanal de ces lampes et les variations induites par la disponibilité en plomb, un certain respect des proportions habituelles données aux lampes à huile semble avoir été recherché.

L'exemplaire provenant de la *Dauphine*, a beau être cassé en six fragments, il n'en reste pas moins intéressant pour notre étude car il est le seul à avoir permis l'observation de restes organiques tressés et graissés au niveau de ses becs (FIGURE 317).



Figure 317 : Détails des restes organiques découverts sur la lampe à huile de la *Dauphine*, 1704 avec à gauche des traces de graisse, et à droite, un cordage tressé, Num 128 (photos Arc Antique)

Comme nous l'avons vu, les lampes à huile étaient suspendues à bord, soit directement au navire lui-même, soit au bras de celui qui la transportait afin de suivre les mouvements de tangage. Pour cela, nous avons pu constater, sur chaque artefact, la présence d'au moins deux trous réalisés dans les bords de la lampe. Ces trous peuvent aller jusqu'au nombre de quatre ou cinq car il faut rappeler que plus le nombre de point d'ancrage est grand et plus un objet sera stable.

Le musée des civilisations de Gatineau, au Canada, présente une lampe à huile en plomb, découverte en fouille archéologique terrestre, mais également une lampe présentée en situation, c'est-à-dire suspendue comme elle devait l'être à bord des navires, avec des mèches d'allumage coincées dans ses becs (FIGURE 318).



Figure 318 : Lampe à huile suspendue, présentée au Musée des Civilisations à Gatineau, Canada (photo M. Veyrat)

Ici le système de suspension est assuré par un anneau, s'insérant dans deux trous sur les bords de la lampe, mais il pourrait également avoir existé des systèmes mettant en œuvre plusieurs câbles se reliant entre eux, comme c'est le cas sur la représentation de la lampe découverte sur *L'Amsterdam*, 1749 par exemple (FIGURE 319). Ce mode de fixation implique la présence d'au moins trois points d'ancrage, ou trous, pour pouvoir être mis en œuvre et être pratique.

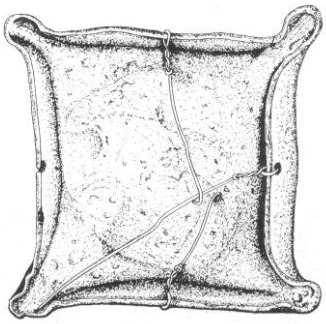


Figure 319 : Lampe à huile avec un système de suspension, épave de *L'Amsterdam*, 1749 (Marsden, 1985, p. 103)

Pour conclure ce chapitre sur l'éclairage à bord, nous ne pouvions nous abstenir d'évoquer brièvement les autres systèmes d'éclairage présents à bord pouvant être en partie composés de plomb : les fanaux et les bougeoirs.

Les fanaux sont des habitacles clos par du verre, qui contenaient de l'huile pour servir d'éclairage. La présence du verre permettait de contenir le foyer tout en laissant passer la lumière émise (FIGURE 320). Tous comme les lampes, ces artefacts sont réalisés en cuivre, mais leur base est plombée afin de les lester au maximum et les stabiliser. Ils apparaissent généralement dans les inventaires d'armement au sein des articles du pilote.



Figure 320 : Fanal de la Basse du Boujaron dont la base est en plomb (photo J.-P. Génar)

Les bougeoirs sont quant à eux réalisés à partir de métaux variés mais leur base apparait elle aussi très souvent plombée, toujours dans le but de minimiser le risque de renversement de ces équipements dangereux. L'exemplaire découvert sur *L'Astrolabe*, 1788, nous permet d'illustrer parfaitement l'importance de l'épaisseur de cette base en plomb (FIGURE 321).



Figure 321 : Pied de bougeoir en cuivre avec un socle en plomb découvert sur *L'Astrolabe*, 1788, Vanikoro (photo V. Proner, Musée d'histoire maritime de Nouvelle-Calédonie dans Association Salomon, 2008, p. 292)

Toutefois l'appellation bougeoir ne semble pas avoir été en usage entre le XVIe et le XIXe siècle car aucune mention n'a pu être retrouvée dans les inventaires d'armement, au contraire du terme « chandeliers » de cuivre qui lui apparait fréquemment.

➔ Barrettes de plomb

Bien que n'ayant pas été découvertes sur le littoral français, nous avons choisi de présenter ici ces petites barres de plomb, d'un à deux centimètres de long, dont l'une des extrémités est en relief (FIGURE 322). Ces artefacts, totalement inconnus des collections françaises actuellement, proviennent du *Hollandia*, 1743, et ont été interprétées par l'archéologue Jerzy Gawronski comme pouvant être des sceaux. En effet, la partie en relief à leur sommet, représentant des lettres, pourrait avoir servi à apposer une marque, par une simple impression sur du métal chaud, ou en la trempant dans de l'encre.
On remarque sur ces dessins que ces barres de plomb ne portent pas toutes les mêmes lettres. Ainsi, on pourrait imaginer que chaque officier du bord puisse avoir à sa disposition sa propre marque personnelle. A ce stade, nous ne sommes pas en mesure d'expliquer la présence d'une petite encoche latérale sur ces artefacts.

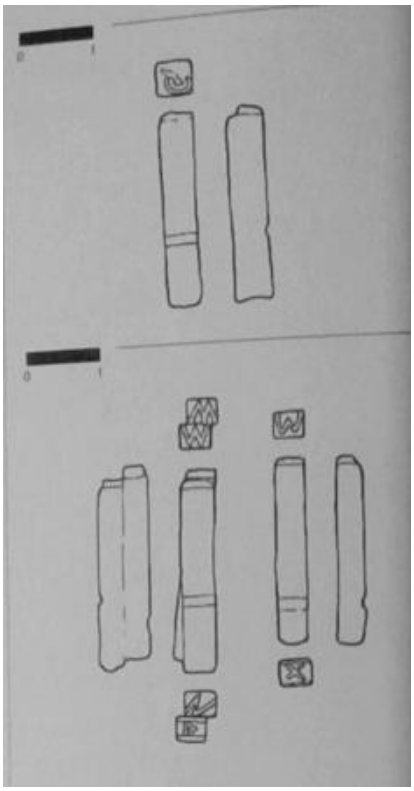


Figure 322 : Barres de marquage en plomb, épave du *Hollandia*, 1743 (dessin Gawronski, 1992, p. 462-463)

D'autres artefacts ressemblants ont été retrouvés sur l'épave du *Batavia*, naufragée un siècle plus tôt, en Australie en 1629, mais cette fois l'auteur de la publication les identifie comme étant les extrémités de baguettes de nettoyage destinées au service du canon. Morphologiquement, il s'agit ici aussi de petites barres de plomb mais celles-ci sont creuses et ne présentent pas de marques en relief à leur sommet (FIGURE 323).

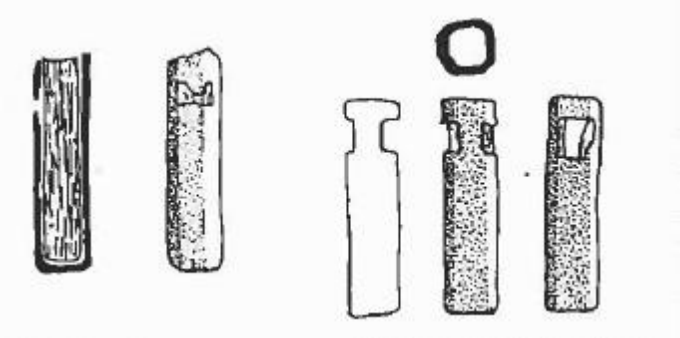


Figure 323 : Barres de plomb évidées, anciennement placées sur des baguettes de nettoyage des canons ? Epave du *Batavia*, 1629 (Green, 1989, p. 72)

Cet évidement témoigne indirectement d'un ancien emboitement sur un objet aujourd'hui disparu, et l'hypothèse d'une baguette en bois apparait comme parfaitement recevable.

➔ Canon de midi

Lors de cet inventaire, un canon miniature en plomb a été repéré et identifié au départ comme une simple production récréative d'un marin. Celui-ci a été découvert de manière isolée dans l'anse de Solidor près de Saint-Malo (FIGURE 324). Il ne peut donc être daté. Cet artefact possède tous les détails d'un vrai canon : conduit percé, tourillons, culasse et facette sur son canon. Ce haut degré de précision dans sa réalisation pourrait laisser envisager un usage autre qu'un simple passe-temps.



Figure 324 : Canon miniature découvert de manière isolée dans l'Anse de Solidor, Saint-Malo, Num 561 (photos M. Veyrat)

La bibliographie scientifique nous apprend que deux autres exemplaires de ce type ont été découverts sur le *Santo Christo de Castello* coulé en 1667 à Mullion Cove[456]. Ces deux artefacts sont décrits comme étant largement décorés et très précis dans leurs dimensions et finitions, mais malheureusement aucune iconographie ne vient étayer cette description. Les auteurs de l'étude reviennent sur l'identification de ces canons miniatures comme de simples jouets et citent les recherches de Robert Marx pour envisager leur utilisation comme horloge : « *At first it was thought it might be a toy, or off a model ship, but I later learned that it was actually used as a timepiece. Mounted with a magnifying glass above in a special case, which was set on gimbals so it would work well despite the movements of the ship. The cannon was filled with a small charge of powder. When the sun was at its zenith – at noon each day – the sun rays would strike through the magnifying glass and ignite the powder in the touchhole, causing the piece to fire. This was the signal for the ship's navigator to shoot the sun with astrolabe or other instruments to compute the ship's latitude* »[457]. Si l'on traduit rapidement ce paragraphe, il y est dit que ces canons étaient installés dans un réceptacle fixé sur des suspensions afin de rester stable malgré les mouvements du navire, et aligné sous une loupe. Les canons étaient ensuite chargés d'une petite quantité de poudre et lorsque le soleil atteignait le zénith, ses rayons, concentrés par la loupe sur la lumière, chauffaient la poudre jusqu'à sa mise à feu. Cette détonation signalait aux navigateurs le moment opportun pour relever la latitude, soit la position du soleil grâce à l'astrolabe.
Les auteurs de l'étude évoquent ensuite pour appuyer leur hypothèse, la découverte au sein du National Maritime Museum de Greenwich d'un aménagement correspondant, datant du XVII[e] siècle (FIGURE 325).

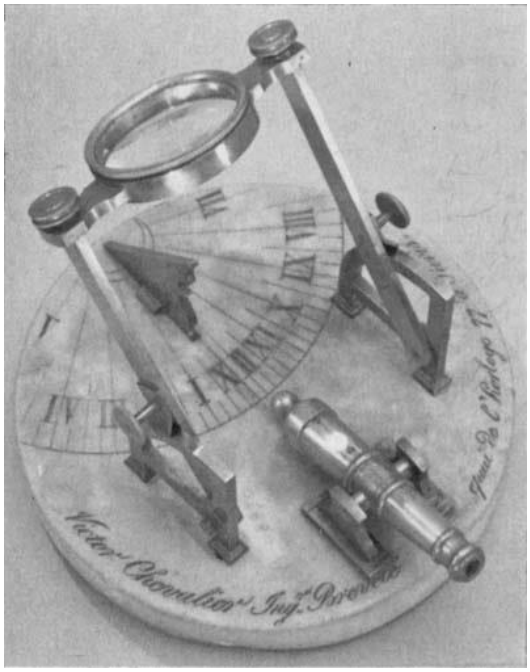


Figure 325 : Canon miniature datant du XVII[e] siècle et servant de marqueur du zénith du soleil, conservé au National Maritime Museum de Greenwich (Mc Bride *et al.*, 1975, fig. 10, p. 245)

[456] Mc BRIDE *et al*. 1975, p. 237-252.
[457] MARX 1973, p. 209-210.

Ainsi, si cet équipement reflète bien l'usage réel qui était fait de ces canons miniatures, les auteurs de l'article nuancent leurs propos. En effet, ils rappellent que la présence des vagues et de la houle induisaient d'importantes variations d'orientation du navire, et donc de cet équipement, ce qui perturbait largement le moment de sa mise à feu. Les auteurs de l'étude envisagent donc plutôt un usage de ce système restreint à l'arrivée sur les côtes.

Le canon miniature découvert dans l'anse de Solidor pourrait tout à fait correspondre à un tel emploi car il présente notamment un conduit perforé sur toute sa longueur, rendant ainsi possible sa charge et sa mise à feu. De plus, sa découverte a été faite en mer, mais relativement proche du rivage.

Il serait bon de poursuivre les recherches de ce type d'artefacts au sein des collections archéologiques afin de voir si d'autres canons miniatures ont pu être retrouvés en contexte d'épaves. D'ors et déjà, deux exemplaires supplémentaires ont pu être repérés, mais ils sont constitués de bronze et non de plomb, comme l'artefact conservé au musée maritime de Greenwich. Ceux-ci sont issus du *Prince de Conty*, 1746, et ils sont identifiés dans l'inventaire du ministère de la culture comme des : « canons d'alarme » (FIGURE 326).



Figure 326 : Deux canons miniatures en bronze découverts sur l'épave du *Prince de Conty*, 1746 (photos base Atlas Adramar)

Or, un canon d'alarme correspond actuellement à un canon destiné à faire peur aux intrus en fixant une ficelle sur leur système de mise à feu pour que le passage déclenche le tir à blanc et effraie l'indésirable. De plus, à la période moderne, les sources écrites évoquent les canons d'alarme comme étant les tirs de canon réalisés dans les cas de perdition du navire et de son équipage. Ainsi, il semblerait qu'il faille plutôt parler de « canons de midi » ou de « canons méridien » pour désigner ce type d'équipement. Ces appellations font directement référence à l'usage supposé de ces canons et est attestée historiquement.

Le musée de Genève a réalisé une vidéo visionnable en ligne afin d'illustrer la mise en œuvre de cet équipement[458]. On y constate que la hauteur de la loupe, permettant de concentrer les rayons du soleil, était réglée selon la déclinaison du soleil soit l'angle formé entre le Soleil et le plan de l'Equateur qui varie selon les saisons. Le canon quant à lui était orienté dans la direction du méridien nord-sud.

[458] https://www.youtube.com/watch?v=ETM7mYtZSFk

Toutefois, le texte présenté date l'apparition de ce mobilier de la fin duXVIIIe siècle, or, l'artefact du musée de Greewnich et les deux exemplaires provenant du *Prince de Conty* sont antérieurs. Il faut donc plutôt envisager une apparition autour de la fin du XVIIe siècle.

4.3.3. Agrès et apparaux

Après avoir détaillé le mobilier en plomb utile aux divers postes du bord, nous présenterons ici les multiples équipements de petites dimensions mis en œuvre dans l'armement des navires et assurant leur fonctionnement. En effet, le plomb ne sert pas seulement à protéger les navires ou à permettre aux membres d'équipage de réaliser leurs tâches à bord, mais il entre également dans la composition d'un certain nombre d'agrès.

➔ Chaudrons de pompe

Cet artefact aurait parfaitement trouvé sa place au sein de ce chapitre mais nous avons préféré l'associer aux autres éléments assurant l'étanchéité du navire[459]. Ce choix semblait plus logique pour mettre en évidence la présence du plomb dans l'ensemble du système de gestion des eaux à bord.

➔ Poids en plomb avec poulie interne

La découverte d'un poids en plomb dont le sommet est équipé d'une poulie interne en bois est totalement exceptionnelle (FIGURE 327). En effet, cet artefact, mis au jour sur le *Soleil Royal* (1759), n'est recensé dans aucune liste de mobilier et à notre connaissance, aucun autre exemplaire de ce type n'a encore été découvert archéologiquement. Nous avons décidé de le présenter au sein de ce chapitre, et non parmi les éléments encore non identifiés, car sa morphologie ne s'accordait qu'avec une fonction d'équipement du bord.



Figure 327 : Poids en plomb de section rectangulaire, présentant à son sommet une poulie en bois, découvert sur le *Soleil Royal*, 1759, Num 234 (photos M. Veyrat)

[459] Se référer pour cela au chapitre 4.2.2. de ce volume.

En effet, sa forme générale et ses dimensions peuvent faire envisager dans un premier temps un plomb de sonde, toutefois, la présence de cette poulie insérée dans un creux à son sommet et l'absence de trou de suspension rendent rapidement inadéquate cette identification. Il faut plutôt envisager une fonction de contrepoids, coulissant sur un cordage relativement fin pour s'intégrer dans la rainure de la poulie. La possibilité pour ce poids de se déplacer sur un cordage ne parait pas non plus compatible avec un usage comme lest de pêche. Nous pouvons supposer qu'il ait pu servir de contrepoids pour la mâture du navire, cependant, en l'absence de toute définition et illustration témoignant d'un tel équipement en usage à bord, il nous est impossible d'apporter une identification définitive à cet artefact.

➔ Marques de tirant d'eau

Le plomb peut également servir, de manière indirecte, au fonctionnement du navire par l'indication de son tirant d'eau, soit la hauteur de la partie immergée de sa coque. Cette donnée est précieuse pour l'armateur ou le contremaitre afin d'estimer si le navire peut encore être chargé sans risquer de l'endomager, mais aussi pour que le pilote soit en mesure d'anticiper si la profondeur d'une zone de mouillage sera suffisante pour ne pas s'y échouer.
Afin de rendre cette indication la plus explicite possible, des chiffres sont placés verticalement le long de l'étrave ou de l'étambot du navire. Ainsi, plus le navire sera lourd et plus son enfoncement dans l'eau sera important, faisant remonter sa ligne de flottaison vers le haut de la coque. Les chiffres indiquant le tirant d'eau sont donc placés dans un ordre croissant en remontant vers les hauts du navire puisqu'ils indiquent en réalité la distance séparant le point le plus bas du navire, soit la quille, et la ligne de flottaison.
La numérotation employée entre le XVIe et le XIXe siècle était des chiffres romains, au départ peints directement sur la coque en bois (FIGURE 328).



Figure 328 : Marques de tirant d'eau en chiffres romains peintes sur la coque d'un navire moderne (photo The Globe and Mail Inc.)

Toutefois, dans les cas où le navire était doublé de métal, il était nécessaire d'employer des chiffres réalisés préalablement et fixés sur l'extérieur du doublage. La photographie présentée ci-dessous de la coque du *HMS Investigator*, perdu en 1853 dans les glaces de l'Arctique, apporte un témoignage direct de ce type de marquage (FIGURE 329). Ainsi, bien que cette coque ait été doublée de cuivre et non de plomb, on peut observer la manière dont les feuilles métalliques étaient superposées les unes aux autres et fixées par plusieurs rangées de clous sur leur pourtour et dans leur partie centrale. On note également que les chiffres de tirant d'eau sont faits de bandes de métal, clouées elles aussi verticalement le long de l'étambot de du navire.



Figure 329 : Marques de tirant d'eau métalliques clouées sur le doublage en cuivre du navire *HMS Investigator*, 1853 (photo Brett Seymour pour Parcs Canada)

Plusieurs exemplaires de marques de tirant d'eau en plomb ont été découverts sur le littoral français. Ainsi, l'épave de *L'Hermione*, coulée en 1793, a livré deux chiffres romains réalisés en plomb (FIGURE 330). Le sens de lecture de ces chiffres nous est fourni d'après les traces des têtes des clous de fixation. En effet, le seul moyen de fixer ces bandes était de les placer à plat contre la coque du navire, puis de les y clouer. Le côté présentant les empreintes de ces têtes de clous correspond donc à celui positionné vers l'extérieur, et cette position nous indique le sens suivant lequel lire ces chiffres. D'après cette analyse, nous pouvons affirmer qu'il s'agissait ici d'un VII et d'un IV.

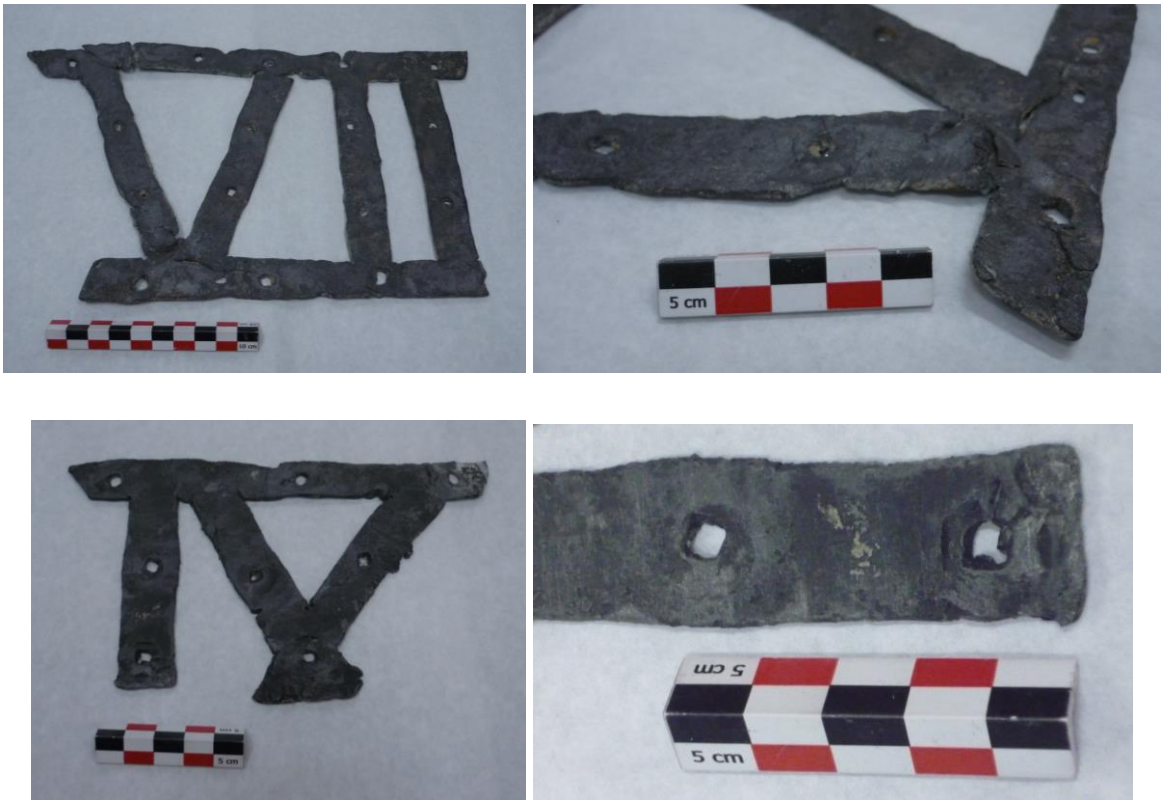


Figure 330 : Deux marques de tirant d'eau retrouvées sur l'épave de *L'Hermione*, 1793. De haut en bas : chiffre VII fait de plusieurs bandes soudées ensemble (Num 214) et chiffre IV découpé dans une seule plaque de plomb (Num 213) (photos M. Veyrat)

L'étude minitutieuse de ces deux artefacts nous a permis de mettre en évidence deux modes de fabrication différents. En effet, si on les observe attentivement on remarque que le chiffre VII présente plusieurs bandes de plomb reliées entre elles par des soudures, tandis que le chiffre IV semble quant à lui avoir été réalisé dans une seule feuille de plomb puisqu'aucune jointure n'est visible. Cette feuille de plomb a donc été découpée et évidée pour ne laisser en place que les morceaux de plomb nécessaires à la constitution des chiffres souhaités.
La présence de ces deux modes de fabrication sur une même épave laisse entrevoir un remplacement ponctuel d'un ou plusieurs de ces chiffres. Ils devaient être régulièrement abimés, arrachés ou perdus au cours des navigations, nécessitant leur remplacement à la première relâche.
La hauteur de ces marques varie aussi largement, passant de 9,4 cm pour le chiffre IV à près de 16,6 cm sur le chiffre VII. La largeur totale n'est pas une mesure significative puisqu'elle dépend du nombre de lettres nécessaires à la réalisation du chiffre romain mais celle des bandes le constituant est quant à elle intéressante à relever. Ici elle varie de 1,6 à 2,2 cm suivant les endroits, témoignant d'une mise en forme manuelle de ces artefacts.

Une autre épave a livré plusieurs exemplaires de marques de tirant d'eau, permettant de réaliser ce type d'analyse comparative. Il s'agit de l'épave de la *Boussole*, coulée en 1788 sur les écueils de Vanikoro. Sur ce site, deux chiffres romains en plomb, dont l'un est fragmentaire, ont été mis au jour (FIGURE 331). Ils n'ont toutefois pas fait l'objet de fiches

inventaires car ils n'ont pas été vu au cours de cette thèse et certaines observations ne pouvaient être faites à partir de ces uniques clichés. Cependant, ces derniers sont suffisants pour mesurer la hauteur et la largeur totale des artefacts et ainsi, de pouvoir constater qu'ici les deux chiffres apparaissent de même hauteur. Le chiffre incomplet pourrait avoir appartenu à un XIII d'après la forme des barres encore visibles. Les deux photos ont été prises sur l'envers de ces artefacts puisqu'aucune trace de tête de clous n'y est visible, au contraire de restes de plomb, écarté par l'enfoncement de la pointe du clou. Ainsi, il faut lire un IX et un XIII.



Figure 331 : Marques de tirant d'eau provenant de la *Boussole*, 1788 : chiffres IX et IIIX (photos T. Seguin, Musée d'histoire maritime de Nouvelle Calédonie)

L'existence de ces deux chiffres de même hauteur impliquerait donc la présence systématique de marques de hauteur constante sur les coques. Toutefois, dans certains cas, comme pour celui de *L'Hermione*, le remplacement ponctuel de l'un des chiffres, à partir du plomb disponible à bord, provoquerait une variation des dimensions du chiffre produit.

A ce jour, quatre chiffres romains plus ou moins complets ont pu être inventoriés sur le littoral français sur des sites datant tous du XVIIIe siècle. A ce corpus s'ajoutent les deux chiffres de la *Boussole*, 1788, précédemment cités. Le nombre très restreint d'artefacts ne nous permet pas d'estimer si cette concentration chronologique est significative d'une réalité maritime ou non.

4.3.4. Objets personnels, loisirs

La présence du plomb à bord des navires se fait aussi ressentir jusque dans la sphère la plus intime de la vie des marins. En effet, un certain nombre d'éléments en plomb a été découverts archéologiquement, nous renvoyant directement aux passe-temps des hommes lors

de ces longs mois de navigation. Il est donc aussi possible, à travers une étude du mobilier de plomb, d'approcher au plus près les occupations personnelles des marins ; ces moments qui ne peuvent être retrouvés par les sources écrites officielles.

➔ Encrier

L'écriture représente à ce titre une activité mixte à bord, revêtant tout autant un caractère officiel pour la rédaction des comptes, rapports ou journaux de navigation, mais aussi un aspect beaucoup plus personnel lorsque les hommes réalisaient, pendant leurs temps libres, des dessins, rédigeaient leurs journaux ou des correspondances pour leurs proches.
Pour être en mesure de produire tous ces documents, il était nécessaire d'embarquer au départ des réserves d'encre, de plumes et de papier, mais aussi les supports indispensables à la mise en pratique de ces éléments. Ainsi, des porte-plumes et des encriers devaient y être associés. L'ensemble de ce matériel n'était possédé et utilisé que par les membres les plus gradés de l'équipage. Seuls ces derniers étaient assez riches pour se payer le luxe de telles dépenses, et pour avoir appris à lire et écrire. Nous devons donc imaginer un cercle d'utilisateurs particulièrement restreint, voire même d'un utilisateur unique dans le cas ou l'encrier serait un bien personnel, ou l'apanage de l'écrivain attitré du bord.

A ce jour, l'ensemble des sources écrites consultées, que ce soit les dictionnaires de marine, les traités et manuels de navigation, ou encore les inventaires d'armement, ne mentionnent jamais d'encrier embarqué[460]. Toutefois, nous avons pu voir apparaitre le terme d'écritoire dans certains inventaires d'arsenaux. Cette appellation renvoie en réalité à la totalité de l'équipement nécessaire pour l'écriture : une partie pour contenir de l'encre, une autre pour y ranger les plumes, un récipient pour stocker le sable etc. Ainsi, dans l'inventaire de la consommation du magasin général du port de Lorient en 1784, nous pouvons lire que onze écritoires de plomb étaient en stock mais que deux d'entre eux ont été utilisés dans le mois concerné[461]. Les quantités de ce type d'équipement semblent donc relativement importantes, ce qui confirme leur fréquence à bord des navires armés dans ce port. De plus, ici il est explicitement fait mention de l'usage du plomb pour réaliser cet objet.

La découverte de deux artefacts de ce type est précieuse car ils illustrent parfaitement la définition présentée ci-dessus. En effet, ils ont été réalisés entièrement en plomb et présentent plusieurs récipients pouvant contenir l'ensemble des instruments et matières nécessaires à l'écriture. Le premier d'entre eux a été découvert sur un site terrestre du XVIIe siècle au Canada, (FIGURE 332**)** tandis que le second provient d'une épave, le *Batavia*, naufragée en 1629 (FIGURE 333). Si ces deux artefacts se ressemblent dans leur composition générale, leur degré de raffinement est très différent. Ainsi, l'artefact provenant du *Batavia* apparait nettement plus ouvragé et décoré, ce qui semble cohérent avec la richesse de l'armateur de ce

[460] Pour consulter ces données documentaires, se référer pour cela au chapitre 2.4.5. de ce volume.
[461] AN Mar, D1-40, 1784, folio 44r.

navire, à savoir la VOC. Le plomb, bien qu'étant un métal peu couteux, peut donc être travaillé avec beaucoup de précision et de savoir-faire, faisant d'autant augmenter son prix. Il s'agit ici d'un indice pour évaluer la richesse de l'armateur d'un navire.



Figure 332 : Ecritoire réalisé avec un alliage de plomb présentant un cornet pour l'encre, un porte-plume, un contenant pour le sable et enfin un caisson pour ranger le canif pour tailler les plumes (photo Marc André Grenier, Ministère de la Culture, Canada)

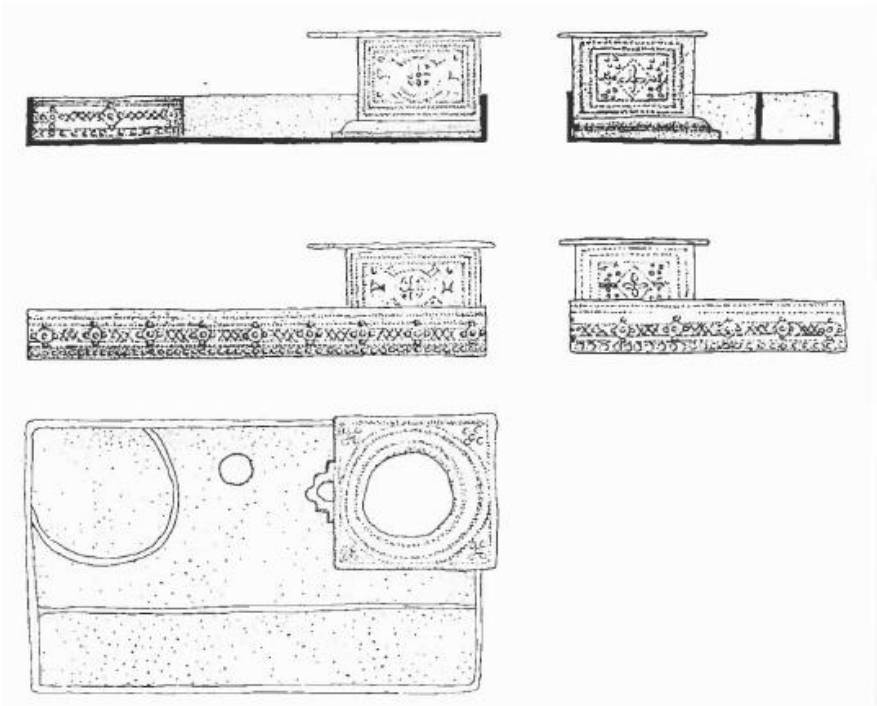


Figure 333 : Encrier en plomb découvert sur le *Batavia*, 1629, numéro BAT 566 (dessin Green, 1989 p. 166)

Il a également été possible d'isoler une autre appellation pouvant quant à elle faire directement référence aux encriers. Il s'agit du terme de « cornet de plomb », déjà cité dans les chapitres 2.3.3. sur les productions des plombiers des arsenaux et 2.4.5. sur le plomb destiné à l'écrivain. Ces derniers sont destinés à contenir de l'encre et peuvent être vendus

seuls, toutefois aucune description morphologique n'a pu être retrouvée au sein des sources documentaires, c'est pourquoi les découvertes archéologiques sont si précieuses.

Actuellement, six artefacts correspondants à cette fonction ont fait l'objet d'un inventaire détaillé. L'amplitude chronologique de ces découvertes est assez restreinte puisque l'exemplaire le plus ancien provient du *Campen*, 1627, tandis que le plus récent n'est daté que d'un siècle de plus. En effet, celui-ci a été mis au jour sur la *Boussole*, armée en 1785 et coulée en 1788. Les rares attestations écrites de ces équipements ne datent elles aussi que de la fin du XVIIIe siècle. Ainsi, nous devons nous demander si cette concentration chronologique est le reflet d'une utilisation limitée à la période du XVIIe à la fin du XVIIIe siècle, ou s'il ne s'agit que d'un effet de nos données encore limitées. La parfaite adéquation du plomb pour la fonction d'encrier et sa facilité de travail nous pousse à pencher pour la deuxième hypothèse.
Un encrier se doit en effet d'être excessivement stable pour ne pas déverser l'encre qu'il contient à la moindre gite ou houle atteignant le navire. Or, la densité importante du plomb rend aisée la production d'encriers à la base épaisse, afin de le lester au maximum.

Si on observe en détail les encriers inventoriés, on remarque immédiatement la présence d'une telle base (FIGURE 334). On note également que les formes créées sont très variées : allant d'un simple cube (FIGURE 335 b) à des productions plus sophistiquées comme le cœur découvert sur la *Boussole*, 1788 (FIGURE 335 a).
Enfin, il faut noter que l'ensemble de ces récipients, quel que soit leur forme, sont équipés d'un simple trou à leur sommet, pour permettre aux auteurs de tremper leur plume dans l'encre qui y est contenue. Aucun stigmate de la présence d'un bouchon ou d'un couvercle initialement présent n'est apparu lors de l'étude archéologique.

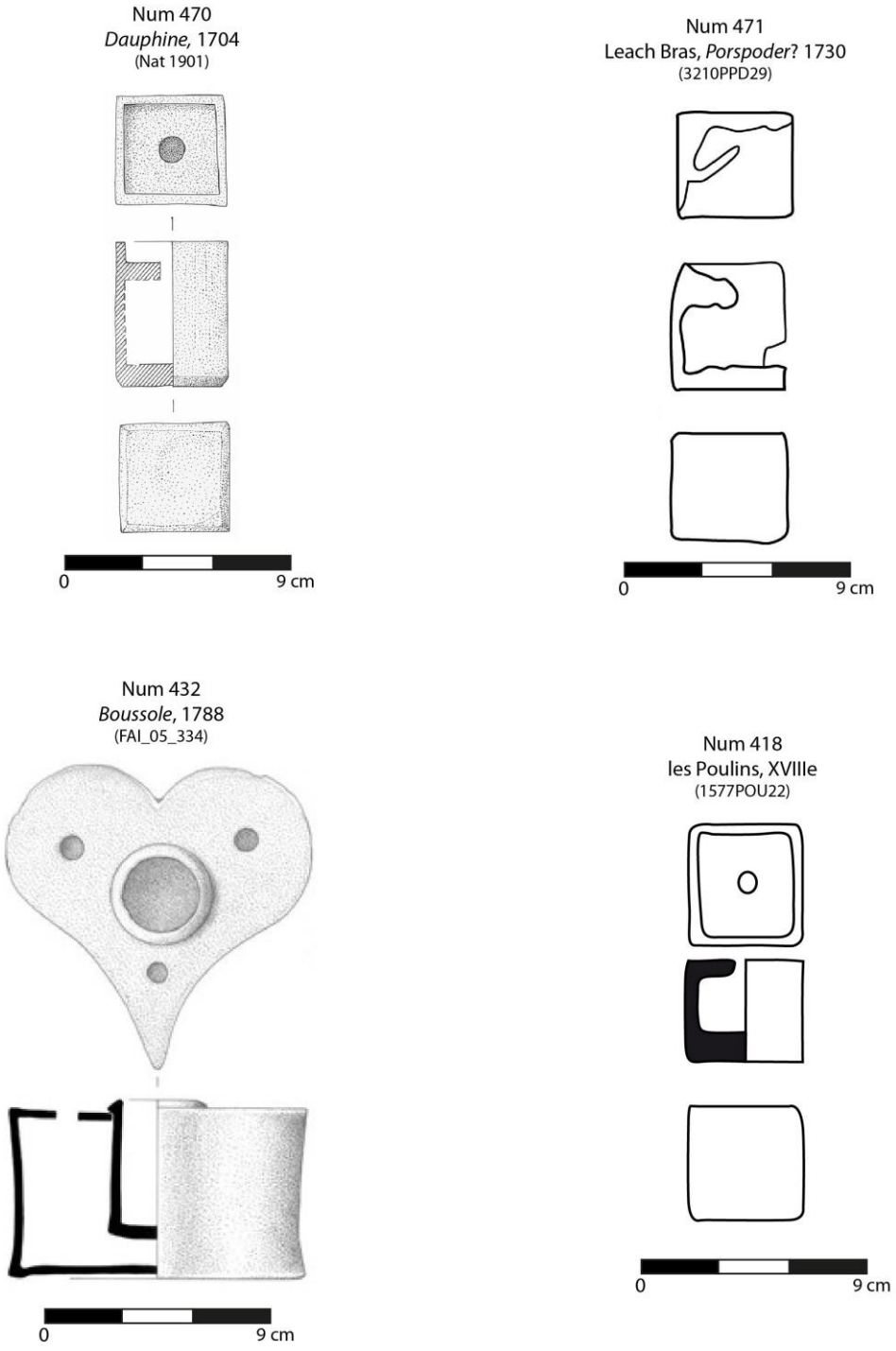


Figure 334 : Planche morphologique des encriers inventoriés et dessinés au cours de cette thèse (dessins personnels et M.-N. Baudrand, ADRAMAR)

a)



b)







Figure 335 : Photos des encriers inventoriés : a) en forme de cœur, provenant de la Boussole, 1788, Num 432 et b) de gauche à droite, encriers de forme carrée, découverts sur le site de l'épave des Poulins, XVIIIe siècle, Num 418, sur l'épave de la *Dauphine*, 1704, Num 470, et sur le site de Leach Bras, XVIIIe siècle, Num 471 (photos M. Veyrat et T. Seguin, Adramar)

Or, certaines découvertes archéologiques témoignent de la présence possible de telles fermetures. C'est notamment le cas de l'encrier provenant du *Campen*, 1627, puisque le dessin fourni dans la publication des données de fouille représente clairement un bouchon à vis associé au récipient (FIGURE 336). La forme de l'encrier est aussi unique dans notre corpus.

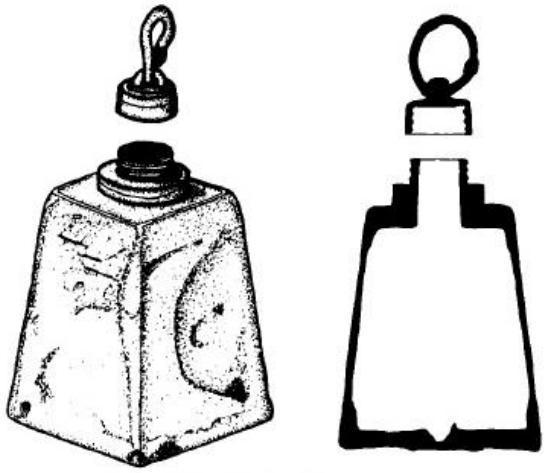


Figure 336 : Encrier en plomb avec un couvercle à vis à son sommet, épave du *Campen*, 1627, Num 525 (Needles Underwater Archaeology Group, 1985, figure 22, p. 26)

Un deuxième exemplaire, cette fois non inventorié car les données le concernant n'ont pas encore pu être recueillies de manière complète, présente, d'après l'archéologue Jeremy N. Green, lui aussi les stigmates d'un bouchon aujourd'hui disparu (FIGURE 337). Cet encrier est de forme cubique très simple, sans aucun décors, alors qu'il provient de la même épave sur laquelle a été trouvé l'écritoire de plomb si raffiné, à savoir le *Batavia*. Sur ce dessin, il est impossible de distinguer les stigmates ayant permis à l'auteur d'envisager la présence d'un bouchon, aussi ne peut-on se fier qu'à son interprétation.

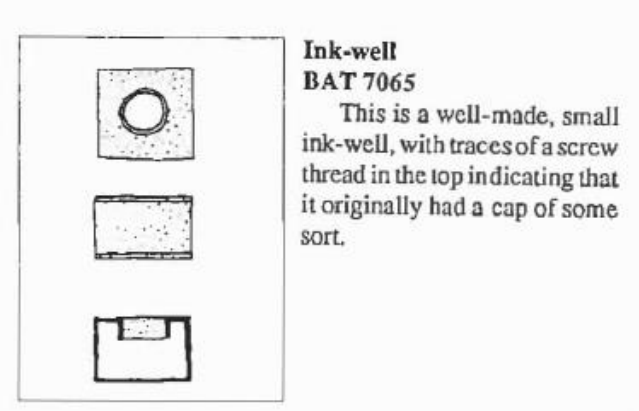


Figure 337 : Encrier de forme carrée découvert sur le *Batavia*, 1629, numéro BAT 7065 (dessin Green, 1989, p. 167)

Il est donc intéressant de noter que sur un même navire pouvait coexister plusieurs équipements d'écriture : écritoire complet et simple cornet de plomb, mais que ces derniers pouvaient aussi être très différents dans leur facture, laissant ainsi envisager un approvisionnement différent, officiel ou privé.

Il est aussi intéressant de noter que les deux seuls exemplaires possédant des fermetures semblent dater du début du XVIIe siècle et de la VOC uniquement, ce qui pourrait signifier une spécificité chronologique et/ou liée aux choix de l'armateur lui-même.

Ajoutons enfin que les formes d'encriers les plus simples, c'est-à-dire celles cubiques, pouvaient également être insérées dans des écritoires en cuir, mais ceux-ci n'ont encore jamais été retrouvés archéologiquement (FIGURE 338).



Figure 338 : Portefeuille écritoire du chevalier Louis Henri René Meynadier, datant du premier-empire autour de 1810 (photo http://www.bertrand-malvaux.com/p/15390/portefeuille-ecritoire-du-chevalier-louis-henri-rene-meynadier-premier-empire.html)

➔ Boîtes à tabac

Les activités de détente étant particulièrement limitées à bord, les marins de toutes conditions avaient largement recours au tabac pour se relaxer et s'occuper. Ainsi, nous savons d'après certains inventaires d'armement et les découvertes archéologiques que des pipes en céramique étaient bien souvent embarquées en grand nombre pour être distribuées à l'équipage et remplacées facilement. D'importants volumes de tabac étaient aussi stockés à bord afin d'approvisionner tous ces fumeurs. Cet approvisionnement en tabac gratuit pour l'équipage n'était pas anodin puisqu'il participait grandement à maintenir l'adhésion du groupe à leur commandement.
Cependant, cet approvisionnement officiel n'empêchait pas certains membres d'équipage, principalement des officiers, de posséder leurs réserves personnelles de tabac ainsi que leurs propres pipes. Afin de préserver la poudre de tabac à l'abri de l'humidité, il était nécessaire d'utiliser des boites particulièrement étanches. Lorsqu'on connait la résistance du plomb à toute infiltration d'eau, il semble cohérent que de telles récipients aient pu être conçus à partir de ce métal.

Deux exemplaires archéologiques ont été mis au jour par l'équipe de fouille de la frégate *L'Aimable Grenot*, 1749, et ils ont été identifiés immédiatement comme récipient à tabac (FIGURE 339). Cette identification n'a pu être réalisée à partir des sources écrites, totalement muettes sur les biens personnels de l'équipage, mais à partir de l'analyse de tableaux contemporains de la vie quotidienne (FIGURE 340).

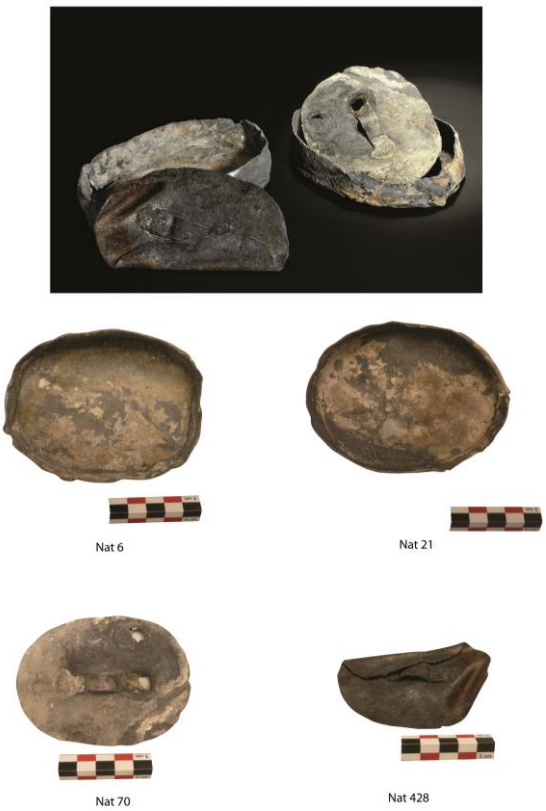


Figure 339 : Lot de deux boites à tabac découvertes sur l'épave de *L'Aimable Grenot*, 1745 (photos T. Seguin, Adramar)



Figure 340 : Tableau de Frans Van Mieris II, le vendeur de poisson, sur lequel on voit apparaitre une boite ovale servant de boite à tabac, d'après la pipe posée juste devant (Frans Mieris le Jeune, 1747)

En effet, sur ce tableau, le peintre Frans Mieris le Jeune illustre un vendeur de poisson en plein travail mais on peut apercevoir dans le coin gauche une petite boite ovale associée à une pipe. Il a donc été supposé que cette boite puisse contenir le tabac de ce marchand. Ce récipient apparait ici réalisé en deux parties ovales s'emboitant l'une dans l'autre et sans aucune poignée sur son sommet.
Or, les vestiges archéologiques présentaient ces deux mêmes parties ovales avec des bords, mais aussi deux feuilles ovales équipées de poignées centrales. Ainsi, dans un premier temps, il a été envisagé une boite à tabac unique, constituée des deux récipients ovales s'emboitant l'un dans l'autre. Les deux feuilles ovales avec leur poignée avaient quant à elles été identifiées comme des presses internes, servant à bloquer le tabac à l'intérieur de la boite. Mais la réalisation de mesures précises de chacun de ces quatre artefacts a permis d'émettre une nouvelle hypothèse : celle de deux boites à tabac au lieu d'une seule. En effet, en comparant la hauteur des bords des deux récipients avec l'épaisseur des feuilles ovales et de leurs poignées, il était impossible que ces dernières puissent rentrer dans la boite intialement envisagée. De plus, les longueurs et largeurs des deux récipients ne sont pas suffisamment différentes pour que l'un ou l'autre puisse englober le deuxième.
Il faut donc plutôt envisager deux boites à tabac, dont la base est constituée du récipient ovale et dont le couvercle est fait par la feuille avec sa poignée. Ces artefacts sont les précieux témoins de l'intimité des marins de cette époque.

A ce jour, d'autre vestige de boites à tabac ont été mis au jour dans le monde entier mais aucun d'entre eux n'était constitué de plomb.

➔ Artisanat et croyance : les ancres votives

Le tabac permet d'occuper le goût et l'esprit des hommes mais certains devaient ressentir le besoin de s'occuper manuellement. La réparation du matériel du bord devait probablement combler une grande part de cette envie mais des traces archéologiques de créations, ne répondant à aucune exigence du bord, laissent entrevoir une facette plus personnelle de cette activité. Ces artefacts étant des miniatures, ils ne pouvaient être employés à bord. Ainsi, ils n'étaient d'utilité que pour les hommes qui les fabriquaient, servant à les détendre et à symboliser leurs croyances. Les miniatures en plomb découvertes représentent toutes un élément central dans la vie quotidienne de ces marins, les ancres. Cet équipement constituant une protection souvent vitale pour le navire, sa valeur symbolique n'est pas anodine pour le marin c'est pour cela que nous avons qualifié ces ancres de « votives ».
L'usage du plomb pour réaliser ces passe-temps semble évidente tant son façonnage est aisé. De plus, son faible coût permet d'envisager que les chutes, non utilisées à bord, aient pu être données ou récupérées par les marins pour servir à leurs créations.

Deux miniatures d'ancre en plomb ont été relevées lors de cette recherche, la première provenant de l'épave de la *Boussole*, 1788 (FIGURE 341) et la seconde de l'Anse de Saint-Gervais (FIGURE 342)[462].
Cette ancre, de simple facture, possède une verge tordue, peu rectiligne, ce qui témoigne de sa réalisation manuelle. Un morceau de plomb a dû être découpé au couteau pour former cette ancre puisqu'aucune soudure ou repli de matière n'est visible. Nous pouvons également imaginer que l'objet ait été coulé d'une seule pièce, mais cela nécessiterait au préalable que le marin ait creusé un moule ce qui complique considérablement l'opération. On relève aussi la précision accordée par l'auteur à certains détails comme l'extrémité des pattes, afin de rendre l'objet plus réaliste.



Figure 341 : Ancre miniature découverte sur l'épave de la *Boussole*, 1788, Num 450 (photo M. Veyrat)

La seconde ancre quant à elle présente des traces de martelage sur toute sa surface, et quelques replis de matière localisés, comme au niveau de la fixation de son jas par exemple. La mise en forme et l'aspect de ces deux ancres diffèrent donc largement. Il semblerait que cette fois qu'une petite bande de plomb ait été frappée pour lui faire prendre la forme d'une ancre, puis qu'un deuxième morceau de plomb ait été ajouté pour servir de jas, et bloqué sur l'ancre par le repli de son extrémité.



Figure 342 : Ancre miniature avec son jas issue de l'Anse de Saint Gervais, non datée, Num 568 (photo musée d'Istres)

[462] Cette ancre votive a été mise au jour par Robert Leffy dans les années 1980 dans l'Anse de Saint Gervais mais aucune autre précision concernant le contexte archéologique de découverte n'est parvenu jusqu'à nous. Aucune datation ne peut donc être proposée mais il est fort probable qu'il s'agisse d'une ancre antique car la totalité des vestiges découverts dans cette anse datent de cette époque.

Ces miniatures d'ancre en plomb ont donc vocation à détendre les marins, mais elles devaient également représenter un symbole fort au sein duquel ces marins pouvaient puiser de l'espoir et du réconfort. La place prise par la foi et les prières à bord des navires était d'autant plus grande que les marins étaient fréquemment soumis à des dangers mortels. Ces vestiges témoignent donc à la fois de l'existence d'un artisanat du bord comme loisir, mais aussi des références culturelles des marins de cette époque.

➔ Bijoux et croyance : pendentif en croix

Dans ce contexte de foi exacerbée, la découverte d'un pendentif en forme de croix n'est pas surprenante. Celle-ci a été réalisée à partir d'un petit morceau de plomb découpé en forme de croix dont le sommet a été ciselé, sculpté pour représenter une tête humaine (FIGURE 343). Il s'agit donc là encore d'un témoignage concret de l'adaptabilité du plomb à tous les dessins des hommes en mer et de leurs savoir-faire manuel.



Figure 343 : Pendentif en forme de croix, à l'effigie humaine, découverte de manière isolée dans l'anse de Solidor, Num 564 (photo M. Veyrat)

Cette croix a été mise au jour de manière isolée en baie de Saint-Malo, aussi il n'est pas certain qu'elle ait bien été embarquée sur un navire et il n'est pas possible de la dater. Toutefois, elle apporte un éclairage direct de l'usage du plomb pour servir les croyances des hommes.

➔ Jetons de jeux

Enfin, pour terminer la présentation des diverses activités de loisirs dans lesquelles le plomb pouvait être impliqué, nous nous devions d'évoquer ici les 24 jetons de jeux en plomb provenant du *Hollandia*, 1743, découverts regroupés en un lot homogène *in situ* (FIGURE 344). Ceux-ci, de forme circulaire ou carrée, n'ont pas été inventoriés car ils n'étaient pas tous décrits de manière suffisamment précise dans la publication consultée et de plus, ils n'ont pu être observés directement au cours de cette recherche.

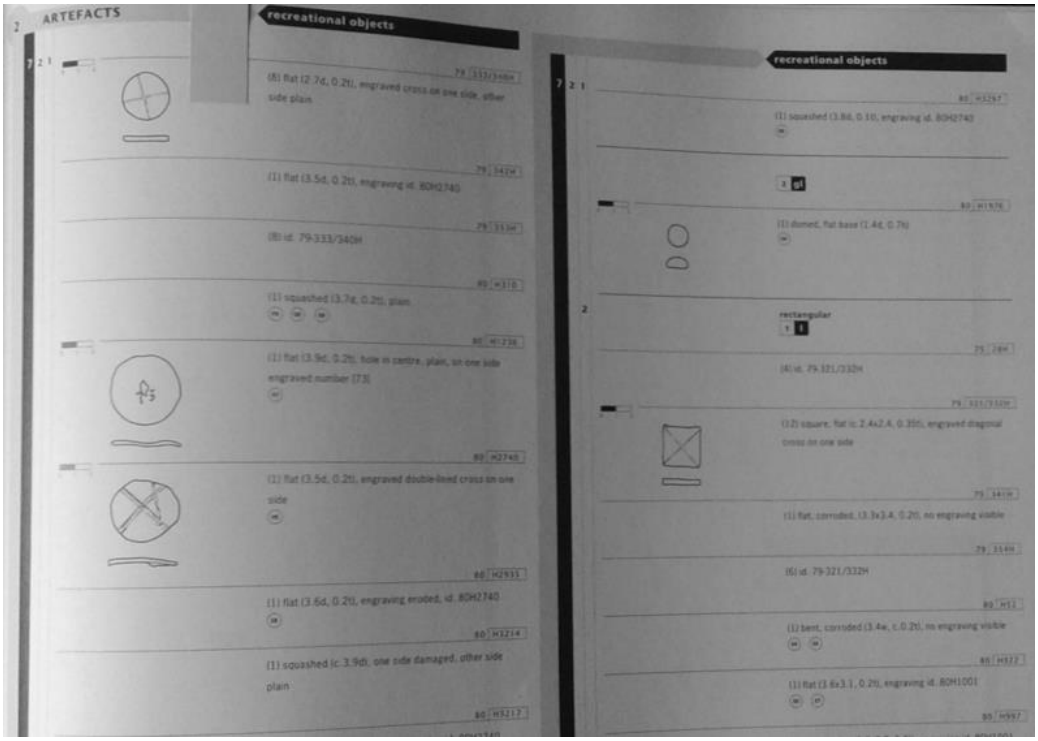


Figure 344 : Dessins des jetons de jeux provenant du *Hollandia*, 1743 (Gawronski, 1992, p. 433-434)

Le plomb, en tant que métal peu cher et facile à travailler, représente donc un matériau particulièrement adapté aux diverses créations manuelles des marins. Sa grande densité fait également de lui un métal parfaitement adapté à la production de mobilier devant rester stable durant les navigations comme les encriers par exemple. Enfin, c'est son étanchéité qui pousse les hommes à le choisir pour créer des récipients ou boites de toutes formes et pour différents contenus : huile, encre ou encore tabac. Ce métal, par ses caractéristiques, nous permet donc d'approcher au plus près la vie privée de ces marins, via leurs jeux, leurs loisirs, leur artisanat ou encore leurs croyances intimes.

4.4. Eléments encore non identifiés

Au terme de ces trois années de recherche, et malgré une analyse approfondie de la documentation historique et scientifique, un certain nombre d'éléments de plomb demeurent à ce jour non identifiés. Comme cette étude l'a démontré, la parfaite adéquation de ce métal pour le monde marin a favorisé son usage dans des domaines multiples et variés, or, les sources écrites de l'époque moderne ne les mentionnent qu'exceptionnellement. Cette situation rend particulièrement complexe l'identification des artefacts pour lesquels le contexte archéologique de découverte n'est pas non plus suffisamment explicite. Il ne s'agira donc ici que d'hypothèses d'identification qu'il sera nécessaire de confirmer ultérieurement par l'ajout de nouvelles données.

Nous présenterons également au sein de ce chapitre un artefact pour lequel une identification assurée a pu être émise au cours de cette recherche mais que nous avons choisi de ne pas inclure aux autres chapitres puisqu'il n'est pas entièrement composé de plomb. Il s'agit des sondes de cale, réalisées à partir d'un manche en bois, plombé à son extrémité.

4.4.1. Disques en plomb

Au moment d'écrire ces lignes, au moins quatre disques en plomb ont été recensés parmi les collections archéologiques qui n'ont pu être rattachés de manière certaine à une quelconque fonction du bord. Ces disques sont de petites dimensions, autour de 10 cm de diamètre pour environ un centimètre d'épaisseur, et sont percés au moins d'un trou central (FIGURE 345). Leur faible épaisseur ne peut nous permettre d'envisager un usage de peson comme ceux que nous avons déjà présentés. En effet, ils ne seraient pas assez lourds proportionnellement à leur taille pour servir de contrepoids sur des balances.



Figure 345 : Disques en plomb percés ou incisés, de gauche à droite : découvert isolé dans l'Anse de Solidor, Sain-Malo, non daté / Num 516 découvert sur *L'Assemblée Nationale*, 1795 / Num 515, issu du *Saint Géran*, 1744 (photo M. Veyrat, D. David et Y. Von Armin)

De plus, la présence d'un trou central évoque plutôt un mode de fixation du disque en plomb par une tige centrale sur un objet aujourd'hui disparu. Il semblerait donc plus probable que ces disques aient servi de base lestée à des équipements du bord comme celle des bougeoirs ou des encriers par exemple. L'exemplaire mis au jour dans l'anse de Solidor, près de Saint-Malo, ne possède pas de trou central visible, cependant la présence d'une couche d'oxydation importante pourrait tout à fait le recouvrir. Deux des trois disques sont datés de la seconde moitié du XVIIIe siècle.

Un autre disque de mêmes dimensions, 7,5 cm de diamètre pour 1,1 cm d'épaisseur, a été retrouvé sur l'épave du *Speaker*, coulé en 1702 sur les côtes mauriciennes (FIGURE 346). Cet artefact n'est pourtant pas tout à fait semblable aux précédents puisqu'il a cette fois été percé d'un large trou central rectangulaire mesurant 2,5 x 0,6 cm. Ce trou pourrait avoir été, là encore, utilisé pour y faire passer une tige, permettant la fixation du disque sur un autre élément, cependant, nous ne pouvons estimer si sa fonction était similaire aux précédents.



Figure 346 : Disque en plomb percé d'un trou central rectangulaire, épave du *Speaker*, 1702, ile Maurice (photo Y. Von Armin)

Enfin, un dernier type de disque de plomb a été découvert. Cet artefact, provenant du site de Leach Bras, estimé être une épave anglaise du XVIIIe, est percé, en supplément du trou central, en six endroits sur son pourtour. Ainsi, bien que son épaisseur soit toujours aussi fine, 0,3 cm, ce disque n'est pas totalement semblable aux précédents : son diamètre est plus important, 15,6 cm, et plusieurs traces incisées peuvent être relevés sur chacune de ses faces (FIGURE 347).

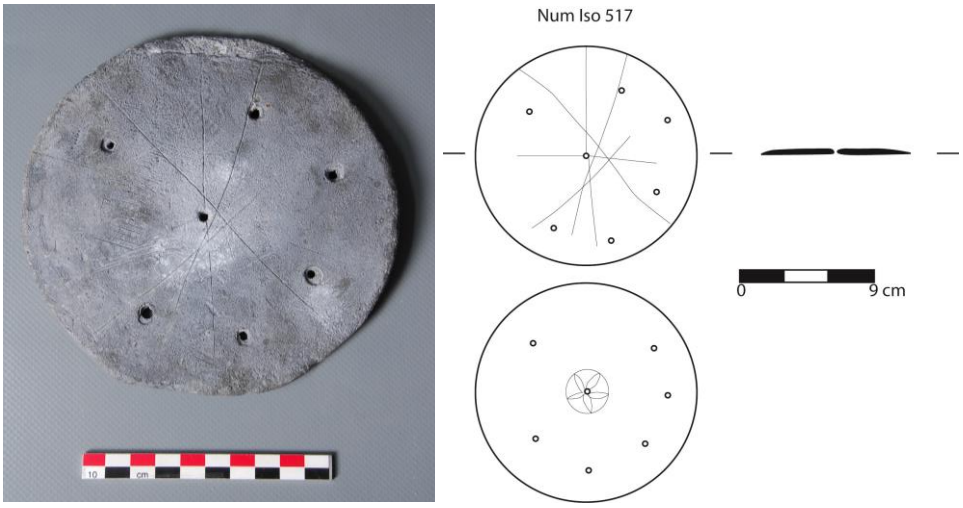


Figure 347 : Disque en plomb avec de multiples trous et incisions, Num 517 issu du site de Leach' Bras, XVIIIe (photo T. Seguin, Adramar et dessin M. Veyrat)

Sur l'une des deux faces, ces incisions représentent de simples lignes qui s'entrecroisent tandis que sur la seconde, une rosace particulièrement bien exécutée apparait autour du trou central. Nous ne pouvons établir si ces marques sont directement liées à la fonction même de ce disque, ou s'il s'agit plutôt d'une réutilisation d'un disque vacant par un marin pour lui servir de support à dessins. De plus, l'absence de réelles traces de tête de clous ne nous permet pas de considérer ce disque comme étant fixé sur un autre élément de manière assurée. Il se peut qu'il ait été percé pour filtrer un liquide et non pour être fixé par clouage. Cet artefact reste à ce jour totalement énigmatique.

Nous tenions enfin à évoquer ici l'existence dans notre corpus d'un certain nombre de pastilles ou rondelles de plomb, de très petites dimensions et de forme variable : circulaire, triangulaire ou carrée (FIGURE 348).



Figure 348 : Rondelles de plomb inventoriées au cours de cette thèse. De gauche à droite : épave du *Banda*, 1615, Maurice, Num 442 / épave n°1 de Terre-Neuve, Canada, non daté, Num 524 / épave de *L'Auguste*, 1761, Canada, Num 541 et Num 542 / épave de la *Dauphine*, 1704, Num 217 (photos Y. Von Armin et M. Veyrat)

Celles-ci ne peuvent être rattachées à un usage spécifique mais elles devaient probablement permettre de protéger ou de séparer certains mobiliers du bord. Leurs morphologies si variées témoignent de la facilité avec laquelle le plomb pouvait être découpé pour s'adapter parfaitement à la zone à laquelle il était destiné.

4.4.2. Lest de loch ?

D'autres artefacts restent encore énigmatiques. C'est notamment le cas de quatre poids de plomb, que l'on pourrait décrire de manière imagée comme étant en forme de « fer à repasser » (FIGURE 349 a-c). En effet, il s'agit de poids de plomb très petits, présentant une base plane et une section triangulaire. L'une de leur extrémité est percée d'un trou assez large pour y faire passer une ligne, tandis que l'autre est totalement aplatie. Cette partie sera appelée ici « plat-bord », tout comme elle l'était sur certains lingots.

Ces artefacts proviennent pour d'eux d'entre eux du littoral français : épave de la *Bellone*, 1814 et de la *Jeanne Elisabeth*, coulée sur les côtes languedociennes en 1755 et les quatre autres sont issus de l'épave du *Zeewijk* naufragé sur les côtes australiennes en 1727 (TABLEAU 41). Le fait que plusieurs artefacts de ce type aient été découverts à travers le monde atteste de leur présence et de leur mise en œuvre à bord. Toutefois, leur morphologie est bien spécifique et ne peut être assimilée à aucune des fonctions du bord déjà évoquées au cours de cette recherche.

Provenance	Datation	Longueur totale	Largeur max base	Hauteur	Diamètre trous
***Zeewijk*, Num 518 (x2)**	1727	8 cm	4 et 3 cm	Inconnue	Inconnu
***Zeewijk*, Num 519 (x2)**	1727	9 et 9,2 cm	3 cm env.	Inconnue	Inconnu
***Bellone*, Num 520**	1814	12,7 cm	3,5 cm	3,3	0,5 et 0,4 cm
***Jeanne Elisabeth*, Num 569**	1755	12 cm	5 cm	3 cm	0,6 cm

Tableau 41 : Principales mesures des poids de plomb en forme de « fer à repasser » inventoriés (réalisation personnelle)

a)







b)





c) 

Figure 349 : Poids en plomb en forme de « fer à repasser » et troués à divers endroits, dont leur plateforme arrière, découverts respectivement sur a) la *Bellone*, 1814, Num 520, b) la *Jeanne Elisabeth*, 1755 et c) sur le *Zeewijk*, 1727, Num 518 et 519 (photos M. Veyrat et Western Australian Museum)

Il faut noter d'après ces clichés que deux des exemplaires provenant du *Zeewijk* ne possèdent pas de trous sur leur plat-bord et leur section finale. La morphologie générale de ces objets étant parfaitement similaire aux autres artefacts, il faudrait plutôt envisager ici la preuve d'une réalisation entreprise à bord et non terminée lors du naufrage du navire.

Enfin, l'exemplaire découvert sur la *Bellone* est doublement intéressant car il nous permet d'une part de visualiser les stigmates de sa mise en forme par coulée, à savoir les tries présentes sur ses flancs. D'autre part, il présentait lors de sa sortie de l'eau, une sorte de pointe qui ressortait du trou arrière (FIGURE 350). Malheureusement lors de l'inventaire de cet artefact au cours de cette thèse, cet aménagement n'existait plus. Nous ne pouvons donc être assurés que cette pointe ait été en bois et non métallique.



Figure 350 : Artefact de la Bellone présentant des stries sur son flanc et une pointe à l'arrière, Num 520 et comparaison avec la pointe de l'un des artefacts conservé au Centralne Muzeum Morskie à Gdansk (photo E. Veyrat et Centralne Muzeum Morskie)

Une telle pointe a été mise au jour sur un poids similaire, conservé au Centralne Muzeum Morskie à Gdansk. L'unique différence est sa longueur conservée, ici beaucoup plus importante. Il serait donc intéressant de tenter de prendre contact avec les conservateurs de ce musée pour obtenir plus de données à son sujet.

A ce jour, aucune source documentaire ne présente ce type d'équipement aussi nous ne pouvons nous fier qu'aux observations visuelles pour tenter de restituer leur fonction potentielle. La présence d'un trou dans la partie la plus étroite de ce plomb semble indiquer qu'il ait pu être relié à une ligne. Sa base plane renvoie quant à elle à un contact direct avec un autre objet plat ou à un besoin de minimiser ses frottements. De plus, la quasi-totalité de ces poids possède deux trous aménagés sur leur plat-bord, ce qui indiquerait qu'ils aient été attachés à cet autre élément plat. D'ailleurs la présence de restes de fibre dans les trous du plat-bord de l'artefact provenant de la *Jeanne Elisabeth*, 1755, confirme la présence d'un lien à cet endroit.

L'unique usage connu qui pourrait impliquer de telles caractéristiques morphologiques serait un lest de loch. En effet, d'après les définitions des dictionnaires de marine, il est établit que la planchette de bois servant de loch devait être lestée afin de pouvoir couler légèrement et rester ainsi sous la surface durant la mesure de la vitesse du navire : « *loch à bateau : se compose d'une planchette lestée, triangulaire, appelée bateau, reliée par une patte d'oie à une ligne* »[463]. Or, l'absence de toute description de la forme du lest employé ne nous permet pas de confirmer notre hypothèse mais ne l'infirme pas non plus. Il serait donc envisageable que de tels plombs aient été fixés par leur plat-bord sur la planchette afin de la lester, à la fois par une pointe enfoncée dans la planche et par un lien autour. Ce sont ensuite ces poids qui auraient été reliés directement à la ligne de loch.
Toutefois, nous ne pouvons exclure que notre hypothèse ne soit pas correcte et qu'un autre usage ait été fait de ces poids. L'emploi d'un terme aujourd'hui disparu pour le caractériser ou l'absence de sa mention dans les sources écrites officielles sont deux freins supplémentaires à cette identification. Michel L'Hour, directeur du DRASSM, dresse quant à lui le parallèle entre cet objet et les anodes utilisées sur certains navires contemporains. Toutefois, ces artefacts ne présentent pas cette même tige interne ce qui limite la portée de cette interprétation.

4.4.3. Récipients

Au cours de cet inventaire, plusieurs récipients en plomb ont été repérés parmi le mobilier archéologique. Ceux-ci peuvent être rassemblés en trois grands groupes morphologiques et fonctionnels mais leur usage final à bord n'a pu être identifié précisément. Ainsi sur les cinq artefacts enregistrés, deux d'entre eux peuvent être assimilés à des gobelets, soit des récipients ouverts, profonds et circulaires, deux autres comme des contenants fermés et enfin le dernier correspond à un récipient carré suspendu.

Le premier type de récipient a été nommé « gobelet » car leur section circulaire, leur hauteur et leur ouverture très large pourraient répondre à un tel usage (FIGURE 351). En effet, pour contenir du liquide tout en facilitant son absorption par la bouche de l'homme,

[463] MERRIEN 1960, p. 395.

cette forme est la plus adéquate. Il serait donc possible que ces récipients aient faits partie de la vaisselle du bord ou de certains marins en particulier. Le gobelet provenant du *Shapphire* est marqué sous sa base d'un poinçon pouvant faire penser à une fleur de lys mais il est peu lisible. Ce marquage confirmerait que ce type de vaisselle ait appartenu à des membres hauts placés de l'équipage.



Figure 351 : Récipients circulaires et ouverts. De gauche à droite : Num 99 issu de la *Boussole*, 1788 et Num 522 provenant du *HMS Shapphire*, 1696 (photos V. Proner et M. Veyrat)

La mise en forme de ces récipients semble s'être faite en deux temps : d'abord la découpe d'un cercle de plomb du diamètre souhaité, puis l'enroulement et la soudure d'une feuille de plomb autour de cette base. La hauteur de ces deux récipients est similaire mais leur diamètre varie du simple au double (*Boussole* : 8,5 cm / *Shapphire* 4,5 cm).

Viennent ensuite deux récipients encore plus hauts ayant dus servir de boites hermétiquement closes à bord. La première d'entre elle est de section rectangulaire et a été créée par le repli d'une feuille de plomb à angles droits (FIGURE 352 a). Ces replis successifs ont permis d'encercler le fond et de créer ainsi un contenant continu et étanche. Aucun système de fermeture n'est visible actuellement mais il se peut qu'un couvercle amovible ou enserré dans la feuille de plomb ait existé mais qu'il ait aujourd'hui disparu.

La seconde boite a quant à elle été identifiée comme étant une boite à thé de la part des archéologues du Drassm mais nous n'avons pas connaissance des données ayant permis cette identification (FIGURE 352 b). Il semblerait toutefois que cette boite circulaire ait pu contenir des éléments secs, comme des feuilles de thé, puisqu'un disque en plomb servant de presse interne a été découvert avec le reste de la boite. Cette dernière est donc constituée d'un récipient circulaire, probablement coulé, d'un couvercle équipé d'une poignée en son centre et d'une presse interne. D'après les dimensions de ces éléments, nous sommes en mesure de nous demander si les disques de plomb présentés précédemment (FIGURE 345 supra) ne seraient pas en réalité des presses ou des couvercles ayant perdu leur poignée. Cette identification permettrait d'expliquer la présence d'un trou central circulaire sur ces disques.

a)  b) 

Figure 352 : Boites dont le contenu nous est inconnu : a) boite rectangulaire sans fermeture, épave de la *Boussole*, 1788, Num 327 et b) boite circulaire avec couvercle et presse interne, *Slava Rossi*, 1780, Num 551 (photos M. Veyrat et DRASSM)

Enfin, un récipient de section carrée et présentant deux petites anses de suspension a été découvert sur l'épave de *L'Auguste*, coulé au Canada en 1761 (FIGURE 353). La hauteur des bords et la possibilité de suspendre cet objet indiquent un transport de liquide ou de matière à stabiliser. Toutefois, la fonction d'encrier ne saurait être envisagée car l'ouverture du récipient est trop grande et elle laisserait s'échapper trop de ce précieux liquide. L'absence de tout bec interdit quant à elle d'envisager une lampe à huile.

L'unique identification que nous pouvons proposer aujourd'hui pour ce type d'objet est une fonction de poids de mesure, ou godet, grâce à leur remplissage d'eau et à leur suspension à une balance. Mais cette hypothèse n'est pas satisfaisante car un tel système ne pourrait être très précis puisqu'il dépendrait directement de la quantité d'eau contenue.



Figure 353 : Récipient en plomb de section carrée et présentant deux anses de suspension, découvert sur *L'Auguste*, 1761, conservé au sein des réserves de Parcs Canada (photo M. Veyrat)



Figure 354 : Composition de récipients en plomb de section carrée et pouvant être suspendus réalisées par Richard Larn. Ces artefacts proviennent des épaves suivantes : *Association* et *FireBrand*, 1707 / *Colossu*s, 1798 / *Schiedam*, 1694, toutes situées dans les îles Scilly

D'autres exemplaires de cette même morphologie ont été repérés par l'archéologue Richard Larn sur plusieurs épaves, mais ils n'ont pas été inventoriés ici faute de données suffisamment complètes (FIGURE 354). Cette composition a le mérite de témoigner de la régularité de la présence de tels équipements à bord des navires de la fin du XVIIe et du XVIIIe siècle et de la constance de leur morphologie.

4.4.4. Autres

Nous avons enfin choisi de regrouper ici l'ensemble des éléments ne pouvant pas être rattachés à une morphologie particulière ou à une fonction déterminée. Nous ne reviendrons pas ici sur tous les fragments de feuille de plomb retrouvés car un grand nombre d'entre eux sont trop petits ou dégradés pour pouvoir être analysés. Ils ont généralement été uniquement pesés pour estimer la masse de plomb présente à bord de chaque épave.

Pour la période du XIXe siècle on remarque deux artefacts assez similaires mis au jour respectivement sur le *Colombian*, 1865 et le *Sirius*, 1810.
Le premier semble être constitué d'un conduit et d'une vanne au centre (FIGURE 355 a). Il pourrait donc s'agir ici d'un tuyau d'approvisionnement en eau, tirée d'une pompe ou d'une citerne par exemple.
Le second artefact quant à lui est composé d'un tuyau de plomb et d'une conduite ouverte et coudée, insérée sur l'une des extrémités du tuyau (FIGURE 355 b). Au niveau de la jonction de ces deux parties on remarque la présence d'une collerette de fixation. Il semblerait donc que la partie inclinée ait été à l'extérieur, tandis que le tuyau se trouvait fixé dans l'architecture du navire. Si l'on replace cet objet dans son sens d'installation, soit verticalement, la ressemblance avec les conduits d'aération actuels des navires est frappante.

a)  b) 

Figure 355 : Pièces en plomb non identifiées : a) épave du *Colombian*, 1865 et b) épave du Sirius, 1810 (photos M. Veyrat)

Il pourrait donc s'agir ici de deux équipements entrant dans l'architecture du navire mais il n'est pas possible d'aller plus loin dans ces identifications.

4.4.5. Outils composites : bois et plomb

Pour conclure la présentation du mobilier en plomb pouvant être embarqué à bord des navires sur la période moderne, il nous a paru nécessaire d'intégrer à notre propos les équipements composites bois-plomb ayant été observés. En effet, la partie plombée est bien souvent la seule à être observée archéologiquement tant ce métal résiste bien à l'action des sels marins contrairement aux matériaux organiques comme le bois. Il semblait donc essentiel d'analyser en détail ces artefacts de plomb pour restituer leur position et leur rôle sur l'objet d'origine et ainsi, envisager un usage potentiel à bord.

Au cours de l'inventaire du corpus mobilier, deux feuilles de plomb enroulées sur elles-mêmes pour former un tube dont l'une des extrémités est plus ou moins close ont été repérées. Ces artefacts proviennent respectivement de l'épave supposée de la *Charmante*, 1702 (FIGURE 356 a) et du *Soleil Royal*, 1759 (FIGURE 356 b). Initialement, aucune identification fonctionnelle n'a pu être proposée faute de données documentaires explicites à leur sujet. Toutefois une observation minutieuse de leurs caractéristiques morphologiques a permis de restituer leur mode de mise en œuvre. En effet, sur ces deux artefacts on constate la présence de trous en différents endroits de la feuille de plomb : au niveau de l'ouverture circulaire, sur le corps du tube et pour l'artefact du *Soleil Royal*, sur la partie refermée à l'autre extrémité. Ces perforations indiquent que des clous de fixation ont été employés pour relier la feuille de plomb à une structure se trouvant à l'intérieur du tube. L'unique matière pouvant être aisément transpercée par des clous étant le bois, il a donc été supposé que ces feuilles de plomb étaient enroulées et fixées autour d'un élément central en bois.

a)



b)



Figure 356 : Différents emmanchements de plomb découverts : a) site de Pierre des Portes, épave supposée de la *Charmante*, 1702, Num 553 et b) épave du *Soleil Royal*, 1759, Num 549 (photos M. Veyrat)

Mais la confirmation de cette hypothèse nous est venue du mobilier archéologique des fouilles menées sur la *Dauphine*, 1704. En effet, un artefact composite, présentant à la fois un manche en bois encore préservé et une partie plombée sur l'une de ses extrémités, y avait été retrouvé et répondait parfaitement à cette mise en forme (FIGURE 357)[464].

[464] Cet artefact n'a pas été inventorié car il était composite mais les feuilles de plomb enroulées présentées précédemment l'ont été puisqu'elles ont été découvertes seules.



Figure 357 : Outil composite : manche en bois et feuille de plomb enroulée découvert sur la *Dauphine*, 1704 (photos T. Seguin et M. Veyrat)

On remarque en effet que la morphologie de la partie plombée ressemble largement aux feuilles présentées précédemment. Il s'agit cette fois encore d'une feuille de plomb enroulée autour du manche en bois et qui y est fixée grâce à des clous, répartis à la fois sur le tour de l'extrémité ouverte et le long du repli externe de la feuille.
La principale différence réside dans le degré de fermeture de la feuille au niveau du bout du manche. Ici, le bois est visible sur presque tout son diamètre, alors que sur l'artefact provenant du *Soleil Royal* la fermeture presque totale de la feuille de plomb ne devait laisser entrevoir qu'une part infime du manche en bois. L'exemplaire issu de la *Charmante* est, quant à lui, totalement clos sur cette extrémité par un repli interne de la feuille de plomb. On note également que la position du clouage semble s'adapter à la forme prise par la feuille autour du manche en bois. Ainsi, l'exemplaire de la *Charmante* présente un repli plus serré au niveau de l'extrémité tournée vers le manche en bois et par conséquent aucun clou n'y a été positionné puisque la feuille de plomb y enserre déjà fortement le bois. Les clous ont plutôt été répartis sur le reste de la surface de la feuille. En ce qui concerne l'artefact du *Soleil Royal*, représentant le tube le plus large des trois (8,8 cm de diamètre intérieur contre 4,7 pour la *Charmante)*, on note cette fois un clouage réparti sur l'ouverture donnant sur le manche, le long du repli de la feuille de plomb et au niveau de sa terminaison fermée. Ces variations infimes laissent entrevoir une réalisation très simple à mettre en œuvre et par conséquent, non standardisée.

Une fois les feuilles de plomb reliées à ce type d'équipement composite, il nous a fallu nous pencher sur le ou les emplois possibles d'un tel manche plombé à bord. Deux fonctions

différentes ont donc été initialement envisagées, répondant à la longueur du manche et aux caractéristiques connues du plomb.
Il pourrait s'agir d'un instrument lié au service du canon, permettant son nettoyage interne tel les refouloirs évoqués dans les dictionnaires de marine. Ainsi, la longueur du manche servirait à atteindre le fond du canon et la partie plombée à le nettoyer sans y déclencher d'étincelles via un recouvrement par un tissu. Toutefois, les définitions et représentations des instruments du service du canon ne représentent jamais de tels manches plombés.
Une autre hypothèse a donc été envisagée, celle d'une sonde, employée pour mesurer verticalement une profondeur d'eau peu élevée. La nécessité de faire couler le manche en bois pour réaliser cette mesure expliquerait ce bout plombé. Nous savons que de telles sondes étaient utilisées de tous temps par les marins pour mesurer la profondeur d'eau dans des zones peu profondes ; près des côtes ou en rivières. Toutefois aucune source écrite historique ne précise la forme et la composition de ces artefacts. Des recherches approfondies dans les dictionnaires de marine ont toutefois porté leurs fruits car elles ont permis de découvrir l'existence des « sondes de pompe ». Ces instruments sont décrits comme étant des bois plombés à la fin du XVIIe et au début du XVIIIe siècle, puis ils sont ensuite mentionnés comme étant en fer[465]. Afin d'illustrer ces différences de matériaux nous citerons ici la définition fournie par Aubin en 1702 : « *Sonder la pompe. C'est voir par la mesure de bois qui a un plomb au bout, combien il y a de piés ou de pouces d'eau au fond d'un navire* »[466] et celle fournie par le *Manuel des Marins* de Bourdé de Villehuet de 1773 : « *Sonder la pompe. C'est mesurer avec la Sonde de fer du Calfat la quantité d'eau qui se trouve dans le Vaisseau aux pieds des pompes* »[467]. On constate donc le maintien de la fonction et du mode d'utilisation de ces instruments mais un changement complet dans le matériau utilisé. L'usage du fer a dû permettre d'alourdir le manche sans avoir à y fixer une feuille de plomb, facilitant ainsi d'autant sa production.

L'artefact découvert sur la *Dauphine* correspond parfaitement à cette définition, d'autant qu'il a été mis au jour à proximité immédiate des articles du calfat, à savoir des plaques de plomb étoupées et un plomb en table. Or, nous savons que l'entretien et le contrôle des pompes étaient l'apanage des maitres calfats du bord. Certaines définitions évoquent la présence de marques portées par le bois pour permettre la lecture de la hauteur d'eau présente dans la pompe, or sur le manche découvert aucun signe de ce type n'a été repéré. Toutefois, lors de notre observation de cet artefact, son identification n'avait pas encore été faite et par conséquent notre attention s'était concentrée sur la partie plombée et non sur le manche lui-même. Il sera donc nécessaire de reprendre cette analyse pour nous assurer de l'absence de tout marquage. Si cela se confirmait, nous pourrions envisager des marques simplement peintes sur le bois, pour expliquer leur disparition ; les dictionnaires de marine ne détaillant pas leur mode de marquage.

[465] L'ensemble des définitions recueillies ont été retranscrites dans le dictionnaire chronologique des termes liés au plomb fournit dans le volume II.
[466] AUBIN 1702, p. 705.
[467] BOURDE DE VILLEHUET 1773, p. 222.

En ce qui concerne la période d'utilisation de ces instruments dans la marine, nous ne sommes pas en mesure d'estimer leur apparition puisqu'à ce jour nous n'avons pu consulter d'ouvrages antérieurs au XVIIe siècle et qu'aucun artefact de ce type n'a été découvert avant 1702 sur la *Charmante*. L'exemplaire du *Soleil Royal* tendrait quant à lui à prouver un maintien ponctuel de cet usage à bord de certains navires, au moins jusqu'au milieu du XVIIIe siècle, contrairement à ce que laissent penser les sources écrites officielles.

Une fois la fonction de ces instruments retrouvée, nous avons entrepris d'échanger avec l'archéologue Thierry Boyer sur la manière dont les hommes pouvaient réaliser cette mesure[468]. D'après lui, si la mesure s'effectuait directement dans le tuyau de pompe, alors la présence de la chopine devait empêcher de faire descendre le manche plombé jusqu'au fond ; la mesure était donc faussée. Ainsi, plusieurs solutions peuvent être envisagées. Les marins ont pu décider d'ôter la chopine avant chaque mesure, mais cela ne parait pas répondre à l'urgence de certaines situations, notamment en cas de voies d'eau dans le navire. Il se pouvait aussi que l'équipage ait eu connaissance de la hauteur représentée par la chopine et qu'ils aient donc été en mesure de restituer la hauteur d'eau totale présente dans le tuyau de pompe, à partir de la mesure obtenue au-dessus de la chopine. Enfin, nous pouvons imaginer que la mesure n'ait pas été prise dans la pompe elle-même mais plutôt dans l'archipompe. Les définitions recueillies évoquent des mesures « dans la pompe » ou « au pieds des pompes » ce qui laisse planer un doute sur leur positionnement exact. Ce système aurait l'avantage d'éviter la gêne de la chopine.

A la lumière de la découverte de cette fonction, il a été possible d'identifier un autre artefact de plomb pourtant totalement différent morphologiquement. Il s'agit d'une bande de plomb enroulée en spirale et possédant plusieurs trous de fixation répartis sur toute sa surface (FIGURE 358). Celle-ci a été mise au jour sur l'épave de la *Boussole*, 1788, directement en contact avec le chaudron de pompe du navire. Ainsi, malgré sa mise en forme très différente, il est aisé d'imaginer qu'un manche en bois, aujourd'hui disparu, ait été inséré au centre de ce plomb. Le but premier étant d'alourdir le manche sur l'une de ses extrémités, cette variante ne semble donc pas contraire à cet usage. De plus, le diamètre constitué par la bande de plomb enroulé est du même ordre de grandeur que ceux des exemplaires précédents, ce qui indique la présence d'une structure centrale similaire. Enfin, sa découverte dans la zone de la pompe du navire pourrait confirmer son identification en tant que plomb d'une sonde de pompe.

[468] Comme nous l'avions déjà précisé, Thierry Boyer a réalisé des recherches sur les pompes de cale du *Machault* dans le cadre de sa maitrise et a donc de grandes connaissances sur leur fonctionnement.



Figure 358 : Bande de plomb enroulée avec trous de clous de fixation, épave de la *Boussole*, 1788, Vanikoro (photo Association Salomon, dans Association Salomon, 2008, p. 292)

Si cette identification s'avère correcte, alors il s'agit d'une attestation supplémentaire de la persistance de l'usage du bois plombé comme sonde de pompe à bord des navires à la toute fin du XVIIIe siècle.

Un dernier artefact pourrait lui aussi convenir à un tel usage. Il s'agit d'un tube de plomb mis au jour sur l'épave de *L'Auguste*, navire corsaire naufragé au Canada alors qu'il ramenait des exilés après la chute de la Nouvelle France en 1761 (FIGURE 359).



Figure 359 : Plomb emmanché sur du bois, découvert sur *L'Auguste*, 1761, Canada (photos M. Veyrat, réserves archéologiques de Parcs Canada)

Cet artefact est très différent des précédents. Le tube semble avoir été coulé ou replié et ensuite soudé car cette fois, aucune superposition de la feuille de plomb n'est visible. De plus, son extrémité ouverte est découpée en trois endroits, formant ainsi trois carrés évidés, et aucune trace d'un quelconque clouage n'y apparait. Seule la présence de restes de bois à l'intérieur de ce plomb nous pousse à envisager l'existence d'un ancien manche en bois lui étant associé. Si c'était le cas, cela confirmerait la non standardisation de ces équipements et l'existence de techniques de fixation très différentes. Ici, nous pourrions imaginer que le plomb ait été fixé sur le manche en bois par l'extérieur, par des clous passant dans ses fentes carrées, ou que ce soit le bois lui-même qui ait été sculpté avec des parties en relief, sur lesquelles serait ensuite venu s'adapter le plomb mis en forme par-dessus.
Le cas de cet artefact ne peut donc être considéré réglé à ce niveau de nos connaissances.

Enfin, mentionnons ici l'existence d'un deuxième équipement composite bois-plomb découvert sur le site de *L'Aimable Grenot*, 1749, pour lequel le manche en bois était là aussi encore présent (FIGURE 360).



Figure 360 : Manche en bois et feuille de plomb découvert sur *L'Aimable Grenot*, 1749 (photo T. Seguin, Adramar)

Toutefois, nous ne pouvons rattacher cet artefact aux sondes de pompes puisqu'ici la partie plombée ne se situe pas à l'extrémité du manche mais beaucoup plus en retrait. De plus, l'extrémité du manche en bois, visible ici, a été sculptée en pointe ce qui suggère le besoin de fixer, d'enfoncer cet objet sur un support particulier. Le manche a quant à lui été travaillé puisqu'il est facetté, octogonal. Cette morphologie ne répond donc pas à l'usage fait des sondes de pompe. La présence d'une fente au milieu du manche, associée à une cheville, renvoie plutôt à une fonction de levier que l'on doit plier et qui serait lesté pour rester stable. L'identification proposée ici ne pourra aller plus loin en l'état actuel de nos connaissances.

Conclusion

Les premières attestations archéologiques de l'usage du plomb dans la marine remontent au IVe siècle av. J.-C, avec la découverte d'un plomb de sonde sur l'épave de Gela en Italie et d'un doublage en plomb complet de la coque du *Kyrénia*, à Chypre. Les sources documentaires et archéologiques semblent ensuite attester de son usage continu jusqu'à nos jours, témoignant ainsi explicitement de son utilité pour la marine. Ce métal est en effet, non seulement l'un des plus résistants aux sels marins, mais il est aussi extrêmement dense, ce qui s'avère une qualité non négligeable pour résister au roulis des navires. Son faible coût, sa malléabilité et son point de fusion très bas rajoutent encore à son attrait auprès des marins et armateurs, toutes époques confondues.
Le plomb a donc, de tous temps, joué un rôle primordial dans le développement de la navigation, par le renforcement des coques permettant des navigations plus longues, par le maintien à flot et la défense des navires, ou par une aide à la découverte de nouvelles routes maritimes grâce notamment aux plombs de sonde. Par son importance dans la marine, ce métal a aussi participé indirectement à la construction des grandes puissances européennes entre le XVIe et le XIXe siècle puisque ces dernières se sont largement appuyées sur leurs flottes pour commercer, conquérir de nouveaux territoires et maîtriser les routes maritimes. Le plomb brut enfin, a eu un impact prépondérant sur le développement économique de certains états via leurs exportations, tels que l'Angleterre, et l'Espagne plus tardivement, mais il a également participé à l'établissement et l'approvisionnement des nouveaux comptoirs commerciaux dans le monde entier.
La découverte, par centaines, d'artefacts en plomb au sein des collections archéologiques issues des fouilles sous-marines était donc attendue, mais le degré de diversité morphologique et typologique offert par ce mobilier a représenté une réelle découverte. Celui-ci apporte un témoignage frappant de l'omniprésence et de la diversité des usages faits de ce métal dans la marine, notamment sur la période qui nous intéresse ici (XVIe-XIXe siècles).

Devant de telles quantités matérielles, nous nous attendions à retrouver une même profusion de données documentaires à ce sujet, or, la réalité était tout autre. En effet, comme ce travail l'a démontré, les sources historiques et historiographiques sont particulièrement lacunaires lorsque l'on s'intéresse spécifiquement au plomb. Son manque de lustre, son faible coût et l'aspect banal de son emploi expliquent très certainement ce manque d'intérêt, à la fois par les auteurs contemporains, mais aussi auprès des chercheurs actuels. Ainsi, hormis des données historiques éparses et succinctes, et de rares recherches portant principalement sur du plomb antique, les connaissances établies sur ce métal pour la période moderne étaient encore très limitées à l'issue de notre Master 2. Ce sujet de recherche est donc original car aucune étude n'avait encore entrepris une telle approche globale du plomb dans la marine sur une si large période, soit ici entre le XVIe et le XIXe siècle.

Le cadre chronologique choisi correspond, à la fois à la période pour laquelle le manque d'études de référence se faisait le plus sentir, mais aussi à celle se révélant la plus riche en données documentaires consultables. De plus, cette période a l'avantage d'offrir un cadre

comparatif cohérent puisqu'une certaine unité technologique se maintient dans la marine (construction en bois et propulsion à la voile) et dans les processus employés pour produire le plomb, avant l'industrialisation et la mécanisation complète de cette industrie. Le cadre d'analyse a, quant à lui, été fixé d'une manière arbitraire au mobilier issu du littoral français, pour des raisons de facilité d'accès aux collections archéologiques. Toutefois, ce choix n'a aucune signification géographique réelle puisque la circulation maritime est par définition transfrontalière. De ce fait, des artefacts provenant de l'étranger ont ponctuellement été enregistrés dans notre corpus si leur intérêt scientifique le justifiait.

L'ambition première de ce travail était donc de réhabiliter le plomb comme un objet d'étude scientifique à part entière. Ce métal a en effet toujours pâti d'une mauvaise image dans l'inconscient collectif. Ainsi, rappelons à titre d'exemple que dès le XVIIe siècle, le *Grand dictionnaire des Arts et des Sciences* le décrit déjà par les termes suivants : « *le moins considérable de tous* ». La découverte ultérieure des risques sanitaires lui étant liés, tel que le saturnisme, n'a pas favorisé sa reconnaissance. Il était donc indispensable de remettre en avant l'intérêt patrimonial et scientifique représenté par ce mobilier en plomb si fréquemment rencontré par les archéologues. Pour y parvenir, cette étude s'est attachée à ne pas seulement cataloguer les artefacts mais à leur rendre leur place légitime, au cœur de la vie des marins de cette époque. Il s'agissait aussi de montrer toute la richesse des problématiques pouvant être abordées à partir de ce seul et unique matériau. Ainsi, l'étude du corpus mobilier constitué, combiné à différentes données complémentaires, nous a permis de mener plusieurs analyses contextuelles : suivre la circulation de ce métal depuis l'extraction du minerai jusqu'à son embarquement, évaluer l'économie entourant son commerce, comprendre le rôle des plombiers dans la marine, retracer l'approvisionnement des navires en plomb brut et manufacturé ou encore, restituer la place du plomb dans la culture matérielle des marins et dans l'architecture navale de l'époque. Mais l'apport de cette recherche ne s'arrête pas là. En effet, comme toute étude archéologique, il a également été possible, par l'observation des critères intrinsèques du mobilier inventorié, de créer de nouveaux outils méthodologiques utiles à l'observation, l'inventaire, l'analyse et l'identification de ces artefacts en plomb si diversifiés.

Afin d'être en mesure d'appréhender la diversité des données à exploiter et d'apporter une réponse à l'ensemble de ces problématiques, il a été nécessaire de mettre ici en place une recherche pluridisciplinaire, faisant dialoguer entre elles les archives « du sol », les archives historiques, des analyses spatiales, des mesures physico-chimiques et des réflexions et observations d'ordre technologiques. Cet aspect de la thèse a représenté un réel défi puisqu'il a été non seulement nécessaire de répartir le temps de recherche disponible entre tous ces domaines, mais aussi d'acquérir rapidement les bases scientifiques indispensables à l'exploitation des données issues de chaque discipline mise en œuvre. Cette multiplicité d'axes d'étude constitue donc tout à la fois la richesse de cette thèse, mais aussi ses potentielles faiblesses.

L'intérêt d'une telle étude globale a tout d'abord été de replacer le mobilier en plomb inventorié dans un contexte écomomique plus large, encore très méconnu des traités commerciaux historiques. Ainsi, le dépouillement systématique d'inventaires de ports et d'arsenaux entre le XVIIe et le XIXe siècle a mis en lumière des échanges de plomb brut sous la forme de saumons, de plombs en table ou de « plombs vieux » recyclés, se chiffrant à plusieurs milliers de tonnes par an. La consommation en plomb des sociétés européennes de cette époque s'est maintenue à ce niveau extrêmement élevé sur toute la période étudiée. Or, malgré plusieurs gisements de plomb connus en France, très peu étaient réellement exploités, induisant donc de coûteuses importations pour répondre à la constante demande française. D'après l'ensemble des sources documentaires consultées, la très large majorité du plomb présent et exploité en France entre le XVIe et le début du XIXe siècle était importé d'Angleterre, bien que d'autres origines aient été possibles dans une moins large mesure : France, Espagne, Pays-Bas, Russie, ou encore des Amériques ou d'Afrique du Nord à partir du XIXe siècle. Ces achats représentaient donc une réelle dépendance économique et un enjeu politique crucial pour l'État français, largement déploré par les acteurs de l'administration royale de l'époque. Il n'a malheureusement pas été possible de comprendre au cours de cette recherche pourquoi la France ne s'était pas dotée d'une industrie plombifère plus performante au fil des siècles, pour réduire cette dépendance. Ces échanges de plomb brut se réalisaient exclusivement par voies d'eau : fluviale ou maritime, tant les masses chargées étaient conséquentes. Afin de minimiser les coûts engendrés et de maintenir à un niveau constant les flux de plomb brut entrant dans les ports français, des passeports spéciaux d'exonération de certaines taxes étaient émis par le gouvernement. Le suivi de ces échanges sur de longues périodes, notamment par le biais des inventaires de ports, permet de mettre en lumière l'adaptabilité du marché au contexte politique. En effet, en période de conflit, des modifications des réseaux d'approvisionnement habituels peuvent être constatés, se traduisant dans les inventaires par un changement de pays fournisseur mais aussi par la mise en place de transports indirects, par bateaux et pays successifs pour contourner le problème et ne pas arrêter ce flux. Jusqu'à la fin du XVIIIe siècle, l'Angleterre représente la plus grande puissance exportatrice de plomb mais elle est supplantée au cours du XIXe siècle par les mines espagnoles, du nord de l'Afrique et d'Amérique. Entre le XVIe et le XIXe siècle, le plomb brut circulait donc non seulement à une échelle européenne mais aussi mondiale, afin d'approvisionner les colonies nouvellement établies ou d'en extraire le matériau recherché. Cette échelle mondiale rend possible d'extrapoler une partie des résultats établis ici aux plombs modernes retrouvés à l'étranger.

Mais l'analyse du plomb en tant que matériau a également permis de restituer le contexte technologique entourant son élaboration, depuis son extraction jusqu'à son embarquement. Il a pu être établi que le complexe technique du travail du plomb ne subissait pas de profonde révolution entre le XVIe et l'industrialisation du XIXe siècle. Ainsi, les grands principes de la chaine opératoire d'élaboration du plomb marchand perdurent sur la

période étudiée: extraction du minerai, chauffe et fonte du plomb jusqu'à obtention du plomb d'œuvre et des déchets nommés crasses, puis affinage potentiel du plomb d'œuvre pour obtenir le plomb marchand. Des innovations et améliorations technologiques ont tout de même pu être relevées au sein des ensembles techniques d'extraction du minerai, d'élaboration du plomb d'œuvre ou encore de la manufacture du plomb. Les énergies hydrauliques et aériennes font ainsi leur apparition progressive à partir du XVIe siècle pour aider les hommes à exploiter les mines de plomb, mais elles ne se substitueront jamais totalement aux énergies animales déjà existantes. Chaque exploitant peut donc mettre en place la ou les technologies les plus adaptées aux contraintes géologiques et économiques locales. Les types de four utilisés évoluent eux aussi, passant progressivement de simples aires de chauffes ouvertes à même le sol, à des fours maçonnés de plus en plus complexes : les bas fourneaux et les demi-hauts fourneaux de la fin du XVe siècle laissent ainsi la place dès la fin du XVIIe siècle aux hauts fourneaux avec aire de chauffe et foyer séparés. Le four à réverbère (réfléchissant la chaleur par une fermeture en voûte) est le haut fourneau qui semble avoir été le plus largement employé dans toute l'Europe, après son apparition en Angleterre, mais de nombreuses variantes locales sont attestées à la même période et ont parfois pu coexister sur certaines exploitations. L'unique innovation technologique importante dans l'industrie du plomb apparait avec le laminoir à la fin du XVIIe siècle en Angleterre. Cette machine est destinée à écraser des feuilles de métal entre deux cylindres afin d'en réduire l'épaisseur, de la rendre homogène sur toute leur surface et ainsi, d'étirer simultanément les feuilles produites. Par les rendements et bénéfices obtenus, cette machine connait un réel succès et se diffuse ensuite à toute l'Europe au cours du XVIIIe siècle, non sans remous, car les plombiers se retrouvent exclus de son utilisation. Les feuilles laminées ne remplaceront donc jamais totalement les feuilles coulées par des plombiers.

L'exploitation du plomb en Europe est établie depuis des temps très anciens mais elle connait une réelle prospérité entre la fin du XVIIe et le milieu du XIXe siècle. Cette croissance implique en réalité une modification de la nature économique et sociale de ces industries. En effet, le XVIIIe siècle voit naitre les premières grandes compagnies à actionnaires, remplaçant progressivement les petites exploitations gérées localement. Cette transition est provoquée par une capitalisation massive de l'industrie du plomb, avec des investissements élevés, indispensables à l'installation des nouvelles machineries hydrauliques ou aériennes. Le XIXe siècle correspond, quant à lui, à l'abandon progressif de la majorité des mines d'Europe, hormis celles d'Espagne ; le plomb des nouvelles colonies lui faisant concurrence et le supplantant progressivement.

Cette continuité technologique n'a pu se faire sans une diffusion sans faille des procédés et des gestes techniques établis, via un apprentissage oral et expérimental approfondi. Certains artisans reconnus pouvaient être amenés à se déplacer sur de grandes distances pour former d'autres plombiers, mais l'essentiel de cet enseignement se faisait en réalité par le biais d'apprentis locaux. La création progressive d'un corps de métier spécialisé dans le travail du plomb permet, en 1549, de voir apparaitre la corporation des plombiers-fontainiers où l'usage était de former les futurs artisans par un apprentissage de plusieurs années auprès d'un maître.

Les premiers traités portant spécifiquement sur la plomberie n'apparaissent qu'à partir du XVIIIe siècle et il est fort probable qu'ils n'aient eu qu'une diffusion restreinte, principalement au sein des grandes compagnies. La majorité des plombiers a dû continuer à se former par voie orale. Cependant, l'établissement d'une corporation et de traités spécialisés laisse entrevoir une normalisation progressive de cette activité sur la période étudiée, impactant nécessairement les productions réalisées.

Cette étude a aussi permis de démontrer que le mobilier en plomb retrouvé archéologiquement n'était pas spécialisé à la marine ce qui suggère que les plombiers eux-mêmes ne devaient pas travailler exclusivement pour ce milieu. Ainsi, plusieurs modalités d'approvisionnement de la marine en plomb ont pu être relevés, modulables suivant le contexte politique et économique. Il pouvait s'agir d'une production interne aux ports et arsenaux, par le biais de plombiers journaliers, ou grâce à des adjudications contractées auprès d'artisans travaillant à l'extérieur, mais se fournissant en matériel et en matière première au sein du magasin général. Les commandes pouvaient également être totalement externalisées grâce à des marchés ponctuels ou via des contrats de longue durée. Il semblerait que pour le travail du plomb manufacturé, les commanditaires aient privilégié des marchés ponctuels, ou des travaux journaliers, plus aisément modulables suivant l'activité des ports, tandis que l'importation du plomb brut, si vital pour l'activité du pays, faisait plutôt l'objet de marchés de longue durée, âprement négociés et révisés régulièrement.

Les plombiers eux-mêmes semblent aussi avoir cherché à rationaliser leurs productions et minimiser leurs coûts. Cette démarche peut être mise en évidence par les techniques employées et les productions réalisées. Ainsi, la création du laminoir, permettant de maitriser l'épaisseur des feuilles de plomb commercialisées, la mise en place de modules de plombs en table et de plaques de plomb, adaptables à divers usages, ou encore le réemploi fréquent du « plomb vieux », participent tous à cette démarche. C'est d'ailleurs dans cet esprit de maximiser les profits engendrés que les lingots étaient vendus au poids et non d'après leur nombre, ce qui permettait aux plombiers de les rendre plus pesants que les normes officielles. Cette pratique nécessitait donc de la part des acteurs commerciaux, de mettre en place de nombreux contrôles de ces productions afin de freiner les abus potentiels. Ces vérifications se traduisant notamment par des marques apposées sur la face inférieure plane des lingots et sur certains plombs en table. Celles-ci ne sont pas encore totalement comprises et identifiées aujourd'hui mais elles sembleraient renvoyer à différentes significations liées au processus de production et de commerce du plomb brut : au numéro de coulée de l'objet, à l'identification du plombier, du commanditaire, du transporteur ou de l'acheteur, mais aussi à la date de production ou à d'autres informations encore non identifiées à l'heure actuelle. Il est à supposer, d'après les vestiges archéologiques retrouvés, que la quasi-totalité des lingots de plomb aient été marqués sur leur face plane. Les quelques estampilles présentes sur la face supérieure bombée des lingots, similaires aux marquages antiques, n'ont été découvertes que sur des lingots du XIXe siècle et font directement référence aux grandes compagnies et propriétaires exploitant le plomb à cette époque : Linarès en Espagne, Bagillt à Liverpool en Angleterre, Newton aux Etats-Unis ou encore William Blackett en Angleterre.

La confrontation du mobilier inventorié à différentes sources de données complémentaires a aussi permis de restituer les gestes des plombiers, les processus et les outils mis en œuvre pour réaliser l'ensemble des productions : la coulée des saumons, la coulée sur toile ou sur sable des tables de plomb, la coulée ou le martelage et la soudure des tuyaux, ou encore la réalisation du petit mobilier par coulée, découpe, soudure, martelage, etc. L'observation directe de ce travail auprès des artisans de Versailles a été primordiale pour constater leur haut degré d'habilité et la facilité du travail du plomb. L'utilisation de modèles à l'échelle 1, dessinés directement sur le sol, a également pu être observée à Versailles alors qu'elle n'était mentionnée dans aucune source écrite, tout comme l'emploi de certains outils tels que les mandrins ou les colliers de bois par exemple.

Une fois les caractéristiques du travail des plombiers établies, il a été nécessaire de se questionner sur sa mise en pratique à bord des navires puisque les sources écrites et les vestiges archéologiques attestent que du plomb pouvait être travaillé directement à bord. En effet, il a été établi que du plomb de réserve (saumons, plombs en table ou plaques de plomb) était embarqué pour réaliser les réparations urgentes lors des navigations, et la découverte de chutes de plomb et d'objets en plomb non finis sur certaines épaves, confirment ce travail en mer. Toutefois, aucune des sources écrites consultées ne fait mention d'un plombier embarqué, ce qui laissait planer le doute sur les acteurs prenant part à ces productions. Au terme de cette étude, nous avons pu démontrer qu'en réalité aucun des membres de l'équipage n'était entièrement dédié à cette tâche mais que plusieurs d'entre eux pouvaient être amenés à travailler le plomb si le besoin s'en faisait sentir dans leur poste respectif. Cependant, certaines productions du bord n'ont pu être reliées à un quelconque rôle d'équipage, notamment les réalisations destinées au loisir de l'équipage telles que les ancres votives par exemple. Cette catégorie d'artefacts permet d'envisager que l'ensemble des hommes présents à bord aient été en mesure de travailler le plomb, tant sa mise en œuvre est aisée. Cette situation confirme l'utilité du plomb pour toutes ces réparations ponctuelles quotidiennes dans la marine, qui sont pourtant totalement absentes des sources écrites. Ainsi, seule une analyse globale du mobilier archéologique en plomb peut révéler de telles pratiques.

L'étude entreprise ici a plus largement mis en lumière l'importance du plomb dans l'ensemble de la vie quotidienne des marins de l'époque, et l'analyse fonctionnelle des artefacts inventoriés a ensuite permis d'atteindre cette part méconnue de leur culture matérielle. En effet, les artefacts recensés sont variés et prennent part à la quasi-totalité des activités du bord : navigation, pêche, artillerie, métrologie, calfatage, loisirs et croyances. Cet inventaire est, à la clôture de cette thèse, riche de 10 741 artefacts exploitables par des analyses morphologiques et statistiques approfondies dont 9 944 issus des fouilles sous-marines du littoral français. Une fois cette thèse terminée, les fiches inventaires enregistrées seront rapidement diffusées à chacun des responsables du stockage de ce mobilier, afin de leur restituer les données scientifiques recueillies et établies et de diffuser ainsi les résultats obtenus.

Chaque type d'artefact repéré au cours de cette thèse a été décrit le plus précisément possible, et ses caractéristiques discriminantes (morphologiques, dimensionnelles et chronologiques) ont été relevées afin d'en proposer une définition permettant son identification certaine. Cette démarche s'est avérée d'autant plus importante qu'un grand nombre d'artefacts étaient encore soit totalement inconnus, comme les sondes de pompe, soit peu aisés à distinguer les uns des autres. L'établissement de critères discriminants précis a donc représenté une étape essentielle de ce travail, cependant, pour certaines catégories de mobilier, comme les tuyaux de plomb par exemple, le travail devra être poursuivi pour être précisé davantage.

En parallèle, la confrontation du mobilier archéologique au vocabulaire employé par les sources écrites a permis d'associer des terminologies historiques encore inconnues, telles que les « sondes de pompes », les « écritoires » « les cornets de plomb », les « poulaines » ou encore les « bouteilles », à une réalité matérielle concrète. Ces artefacts ou ces aménagements, maintenant bien définis et caractérisés, devraient à l'avenir, être plus faciles à repérer, à inventorier et à interpréter.

Au terme de cette étude et par cette démarche systématique, nous avons pu définir précisément 24 types de mobilier: ancre votive, balle, barrette, canon de midi, chiffre de tirant d'eau, couvre-lumière, couvre-platine, couvre-platine de caronade, crépine, écritoire, encrier, jeton, lampe, lest de loch, lingot, peson, plaque, poids de ligne, poids de filet, rouleau, tuyaux d'évacuation des eaux, ou des déchets, tuyau d'aération ou d'éclairage, sondes. À cette liste déjà longue s'ajoutent encore les éléments restant non identifiés à ce jour et ceux composites. Cet inventaire archéologique exhaustif a permis de recenser un certain nombre d'artefacts en plomb encore totalement inconnus de l'ensemble de la documentation scientifique et historique. Certains d'entre eux ont pu être interprétés fonctionnellement : un canon de midi, des sondes de pompe, des lampes à huile, des miniatures personnelles et des lests de loch potentiels, tandis que d'autres restent à ce jour énigmatiques : un poids en plomb avec une poulie interne, des disques en plomb percés et/ou incisés et des barrettes de plomb.

Une fois identifiés, chacun de ces groupes d'artefacts a été analysé plus en détail, suivant ses critères intrinsèques (quantifiables et visuels), pour y repérer d'éventuels regroupements morphologiques, typologiques et/ou chronologiques. Ces observations sont primordiales car elles peuvent permettre d'interpréter, voire de dater, certains artefacts et d'une manière indirecte, le site leur étant associé. Nous rappellerons ici d'une manière synthétique les principaux résultats obtenus.
Tout d'abord, les lingots ont pu être répartis en huit types. Aucun lien n'a pu être établi entre ces formes et leur provenance géographique, mais il semblerait par contre qu'elles suivent une évolution chronologique. Ainsi, les formes « basiques » à l'aspect grossier et aux bords plus ou moins réguliers (types V, VI et VII) semblent laisser la place à des morphologies plus travaillées et plus fines (types I, II et VIII), à partir de la première moitié du XVIIIe siècle. Les formes intermédiaires (types III et IV), moins bien définies morphologiquement, semblent quant à elles se maintenir de la seconde moitié du XVIe à la fin du XIXe siècle. Ces

évolutions chronologiques, pour l'heure seulement esquissées, représentent déjà des indices de datation non négligeables.
Les plombs en table et les feuilles de plomb, prédécoupées pour servir de réserve à bord, sont tous deux apparus comme des productions standardisées, dont les modules étaient déclinés autour du pied de roi. Aucune évolution chronologique de ces modules n'est apparue ce qui parait cohérent avec le besoin d'embarquer un assortiment de tailles variables pour s'adapter à tous les besoins du bord. Cette production est apparue extrêmement rationalisée.
Dans le domaine de l'artillerie, il a été possible d'établir avec certitude que les couvre-lumières présentent eux-aussi plusieurs modules, basés sur le nombre et la forme de leurs pattes. Ces caractéristiques permettent de courber plus ou moins la feuille pour l'adapter au calibre du canon à recouvrir. Les couvre-platines, n'apparaissent quant à eux qu'à partir de la mise en place des platines sur les canons en 1763, et parmi eux, ceux destinés aux caronades, ne peuvent être datés qu'entre 1779, date de l'invention de cet équipement à Carron en Angleterre, et le milieu du XIXe siècle, période de leur disparition progressive de l'artillerie navale. Il s'agit là de précieux indices de datation d'un site archéologique.
Les balles de plomb recensées témoignent, quant à elles, de trois grands groupes de calibres, adaptés aux armes à feu portatives, à la mitraille ou aux grappes de raisin destinées à charger les canons. Pour la première catégorie, la plus nombreuse à bord des navires, une certaine standardisation des calibres semble apparaitre au cours du XVIIIe siècle.
Dans le domaine de la gestion des eaux à bord, les crépines ont témoigné d'une grande variété morphologique laissant supposer que chacune d'entre elles ait été créée spécifiquement pour la pompe à équiper. Les dalots inventoriés ont révélé trois variantes morphologiques suivant la forme de leurs collerettes de fixation : toutes deux circulaires, ou dissymétriques avec l'une toujours circulaire et l'autre carrée, ou mi-circulaire, mi-carrée. Cette fois encore, aucune évolution chronologique n'a pu être reliée à ces variations, ce qui nous pousse plutôt à envisager une différenciation liée à la position à bord ou au type de navire concerné. Toutefois, cette analyse n'a pu aboutir, en l'état actuel de nos connaissances.
Enfin, les poids destinés à la pêche ont eux aussi été classés en trois groupes suivant leur forme et leur mode de fixation sur l'engin de pêche : lest de ligne / lest de filet ovoïde / lest de filet tubulaire. Ces données morphologiques sont précieuses pour distinguer ces différents éléments mais aussi pour mettre en lumière cette activité du bord, vitale lors des navigations au long cours, mais très rarement évoquée par les sources officielles tels que les traités de navigation par exemple.

D'une manière générale, peu d'évolutions morphologiques observées au cours de cette thèse semblent directement influencées par la chronologie. Cette situation doit pouvoir en grande partie être expliquée par la facilité de travail du plomb. En effet, les formes réalisées sont simples, faciles à exécuter et parfaitement adaptées à leurs usages ; elles ne nécessitent donc pas de modifications. Les quelques modifications morphologiques constatées semblent plutôt répondre aux nouveautés technologiques mises en œuvre dans la marine, tels que les couvre-platines par exemple. Les lingots représentent l'unique exception à cette hypothèse puisqu'ils semblent passer progressivement vers des formes plus aisées à manipuler et à charger. Cette évolution est toutefois encore mal cernée et datée à ce stade de la recherche. La valeur typo-

chronologique du mobilier en plomb semble donc relativement limitée si on la compare à d'autres artefacts archéologiques de la même période.

L'étude exhaustive de ce mobilier a aussi rendu possible l'établissement d'un certain nombre de critères d'analyse du contexte archéologique associé, puisque l'aménagement et l'équipement des navires font aussi largement appel au plomb: doublage de la coque ou renforts ponctuels, conduits d'évacuation des eaux et des déchets, conduits d'aération et d'éclairage, filtres des pompes ou encore étanchéité de certains contenants portatifs et soutes. Ainsi, les données offertes par ces artefacts ne se limitent pas aux seuls indices chrono-typologiques et peuvent être utiles à la restitution générale du navire, mais aussi au repérage des ses diverses zones architecturales et fonctionnelles. C'est notamment le cas des dalots qui, par leur positionnement *in situ*, retracent les contours des flancs du navire, matérialisent l'axe de sa quille, et par leurs longueurs utiles, restituent l'épaisseur de sa muraille. Le lien mentionné par les sources écrites entre la forme, les dimensions de ces équipements et leur position à bord, n'a pu être établi précisément archéologiquement.
Les écubiers et les plombs de sonde nous livrent le positionnement de l'avant du navire, quand les filets et lignes de pêche renvoient à l'inverse à l'arrière de l'épave, et les crépines au grand mât. Les écubiers et les crépines permettent également une estimation indirecte des dimensions de l'épave, via le diamètre des câbles des ancres et celui des tuyaux de pompes.
Rappelons aussi que certaines des inscriptions relevées renvoient à la provenance (symboles comme la fleur de lys, la broad arrow ou le cœur de la VOC, ou encore masse exprimée dans une mesure spécifique à un état) et/ou la datation de l'objet, fournissant aux archéologues un indice supplémentaire pour l'identification du site associé.
Enfin, plusieurs types d'artefacts ont été identifiés comme ayant un impact direct sur le lestage d'un navire, sa stabilité et sa marche. Il s'agit à la fois d'équipements internes présents systématiquement, des cargaisons potentielles de plomb brut et du doublage ou renfort ponctuel de la coque par des feuilles de plomb. Les masses représentées par ces trois catégories peuvent être conséquentes et devront être plus systématiquement estimées afin de pouvoir être prises en compte dans les calculs menés pour les modèles de restitution des navires. Dans ce but, une analyse du mode de stockage du plomb brut dans les cales des navires a aussi été menée. Il semblerait que les lingots soient répartis en fond de cale, potentiellement isolés de la coque par un lit de pierres, et qu'ils aient été positionnés au centre du navire ou répartis sur toute sa longueur pour ne pas le déstabiliser. Il a également été constaté que les modalités précises du chargement des lingots s'adaptaient à leur morphologie : empilés les uns sur les autres, parfois en quinconce pour les formes parallélépipédiques (types I à IV), plus dispersés pour les formes irrégulières (types V à VII) ou en fagots pour les barres (type VIII). Ce type de données est indispensable pour la précision des restitutions proposées de certains navires étudiés, notamment dans leur marche et leur flottabilité.

Plus prosaïquement, cette recherche a permis de proposer un certain nombre d'outils méthodologiques, extraits de l'exploitation de la documentation papier et des archives du sol, qui pourront être immédiatement utilisés pour l'inventaire et l'analyse de ce métal, si souvent rencontré et pourtant encore si mal étudié.
La constitution d'un corpus mobilier inédit, pouvant servir de référence pour la comparaison et l'identification des futures découvertes, a constitué le cœur du travail mené ici. La variété du mobilier rencontré n'a pas été facile à gérer et les méthodologies envisagées et mises en place ont représenté de réels enjeux pour la faisabilité et la valeur de cette thèse. Le corpus a été recensé dans une base de données spécialement conçue, proposant une fiche inventaire unique qui devait s'adapter à la diversité des artefacts à inventorier. Pour permettre des comparaisons entre mobiliers, tout en conservant une grande précision scientifique, des termes descriptifs normalisés et des définitions précises de chaque type d'artefact ont été établis. Parallèlement, des fiches inventaires, spécifiques à chaque grande catégorie de mobilier ont été conçues. Celles-ci seront diffusées aux acteurs de l'archéologie en France et à l'étranger afin de leur fournir facilement un modèle des critères importants à relever, ainsi qu'une aide à l'identification fonctionnelle des artefacts en plomb.

L'établissement de références documentaires a représenté le deuxième point central de ce travail. Ainsi, comme dans toute étude archéologique rigoureuse portant sur une période historique, les données documentaires ont ici été systématiquement dépouillées et analysées. Bien que lacunaires sur le sujet, leurs apports sont aujourd'hui indéniables. Les dictionnaires de marine historiques nous ont ainsi permis de retrouver les terminologies en usage mais aussi le vocabulaire employé pour décrire chacun des types d'artefacts inventoriés. Les sources plus pragmatiques comme les mémoires, les inventaires ou encore les correspondances, nous ont, quant à elles, renseignées sur la place occupée par chacun de ces vestiges dans la marine de l'époque, et parfois même, sur leur production ou leur mise en œuvre à bord. Afin de présenter d'une manière claire les données documentaires recueillies au cours de cette thèse et de permettre au plus grand nombre de les exploiter ensuite, il a été choisi de retranscrire dans leur totalité les archives consultées, mais aussi de créer un dictionnaire des termes liés au plomb. Celui-ci a été compilé à partir des définitions recueillies dans les dictionnaires de marine entre le XVIIe et le XIXe siècle, voire le XXe siècle pour certains termes encore en usage aujourd'hui, et chacune de ses entrées a été présentée par ordre chronologique.

Ce travail a également tenté de recenser toutes les analyses permettant d'obtenir des informations sur la métallurgie du plomb, à savoir sa provenance, sa datation, sa composition chimique ou encore son mode de mise en forme. Il s'agissait ici de comparer ces techniques, d'en tester certaines, afin de proposer divers protocoles d'étude, adaptés à un résultat souhaité suivant un budget et un temps imparti. Comme ce travail l'a démontré, le mode de production du plomb, c'est-à-dire les gestes techniques ayant permis sa réalisation, peut très difficilement se repérer visuellement puisque la malléabilité du plomb et son oxydation dans l'eau,

perturbent grandement toute lecture macroscopique. Il faudra donc plutôt se tourner vers des observations microscopiques de la structure interne du métal pour tenter de repérer ces stigmates caractéristiques. Cette analyse métallographique semble particulièrement prometteuse d'après les résultats déjà observés dans d'autres études. Ainsi, bien que de nature invasive pour l'objet, il serait particulièrement intéressant de la mettre en place plus systématiquement pour des caractérisations d'ordre technologique.

En ce qui concerne la détection de la composition chimique du mobilier en plomb, deux méthodes d'analyses coexistent, chacune ayant ses avantages et inconvénients. Il s'agit d'une part, d'une lecture de la composition par rayons-X, grâce à un appareil nommé XRF, qui s'avère non invasive et très rapide à mettre en œuvre. Toutefois, cette méthode nécessite un manipulateur formé spécifiquement aux risques de ces rayonnements, et la mesure effectuée se limite à la surface de l'objet. Elle n'est donc adaptée qu'aux artefacts de dimensions extrêmement réduites ou très fins puisque la composition interne du plomb varie suivant son épaisseur. Ayant choisi de travailler ici sur du plomb brut épais, sous forme de lingots, afin de retracer la provenance du minerai employé, une autre méthode d'analyse a donc été privilégiée. Il s'agit d'une mesure des éléments traces, associés en faible quantité au plomb dans les échantillons prélevés et analysés. Cette méthode est extrêmement précise mais elle est longue et complexe à mettre en œuvre car elle nécessite des prélèvements, une préparation chimique et un calibrage de l'appareil de mesure et des résultats. Elle ne peut donc se pratiquer qu'accompagné d'un laboratoire et de scientifiques spécialisés. Les résultats obtenus au cours de cette thèse sont intéressants puisqu'ils ont immédiatement révélé trois groupes de lingots, plus ou moins homogènes, aux compositions chimiques distinctes. Cette méthode est donc parfaitement adaptée à l'analyse d'un corpus de plombs issus d'une même épave, afin d'identifier rapidement un approvisionnement unique ou multiple. Toutefois, si l'on souhaite retracer l'origine du plomb analysé, nous avons pu démontrer que cette technique ne peut être utilisée seule. En effet, les processus chimiques à l'œuvre lors de l'élaboration du plomb métallique, semblent influencer la composition chimique finale de l'objet produit. Ainsi, sans connaitre préalablement la provenance géographique et les modalités du travail du plomb en usage à cet endroit, il n'est pas possible de relier la composition chimique mesurée avec celle que devait avoir le minerai d'origine.

Pour tracer la provenance géographique du plomb, nous nous sommes donc tournés vers les analyses isotopiques puisque ce métal possède quatre isotopes distincts pouvant être aisément mesurés et quantifiés. Leurs proportions respectives au sein d'un échantillon ne dépendent pas du processus d'élaboration du métal mais uniquement de la composition du minerai d'origine. Il s'agit donc de la méthode la plus efficace pour retracer la provenance potentielle d'un minerai. Ce mode d'analyse est aussi intéressant car il permet également de calculer la datation du plomb, nommé âge modèle, à partir de rapports isotopiques kappa et mu. A partir de ces trois valeurs, il est particulièrement rapide d'identifier la zone de provenance du minerai employé, comme cela a été démontré dans ce travail. Deux limites sont toutefois à noter. Il s'agit d'une part, du caractère invasif de cette méthode d'analyse, nécessitant un échantillon de quelques milligrammes, et d'autre part, du manque de données de référence sur

les minerais de plomb dans certaines régions, comme en France notamment. Malgré ses avantages indéniables, il est à déplorer que cette méthode soit encore si peu utilisée en archéologie, puisque rappelons-le, elle est applicable à n'importe quel artefact contenant une faible proportion de plomb, ce qui élargit encore son champ d'application.

Enfin, les données archéologiques ont été couplées à des coordonnées géographiques sur un SIG pour tenter de cartographier la répartition des artefacts et des épaves ayant livré du plomb. Diverses échelles et critères d'observation ont été proposés afin de multiplier les pistes d'analyse possibles. Ces cartographies ont également permis de débuter une réflexion sur les routes maritimes empruntées et les zones de mouillage préférentielles. Puis, les données liées à la perte des navires ont été intégrées à ce travail afin d'essayer de repérer de potentielles zones à risques environnementaux : cela s'est fait grâce à l'observation des concentrations géographiques et/ou chronologiques de naufrages liés à des tempêtes notamment. Ce dernier aspect de notre recherche n'est encore ici qu'à son balbutiement et devra encore être développé, notamment par l'ajout de données environnementales. Ces axes d'étude, ébauchés grâce au SIG créé ici, représentent donc des recherches intéressantes, pouvant être proposées comme sujets pour des masters pluridisiciplinaires par exemple.
Cette base de données géoréférencée est à l'heure actuelle riche de 103 entrées, comprenant des sites datés du XVIIe au XIX siècle et répartis sur l'ensemble de la planète. Il sera important par la suite de poursuivre son enrichissement afin d'affiner certaines des hypothèses émises au cours de ce travail. Il est actuellement envisagé de rendre ce SIG accessible en ligne afin que l'ensemble des plongeurs et archéologues puissent y entrer leur propres données s'ils le souhaitent. Mais dans un souci de confidentialité des coordonnées GPS des épaves recensées, il sera nécessaire de trouver un moyen de bloquer l'accès à ces données. Une fusion de ces données à des SIG déjà existants et disponibles comme le sont la base Patriarche étatique ou encore l'Atlas réalisé par l'ADRAMAR pourrait aussi être une des solutions envisagée.

Malgré les résultats indéniables obtenus, il nous faut rappeler brièvement les diverses limites et contraintes rencontrées au cours de cette recherche puisqu'elles restreignent d'autant la portée finale de cette étude. Celles-ci peuvent être synthétisées en trois groupes de natures différentes. Ainsi, nous avons tout d'abord été confrontés à l'aspect lacunaire des sources de référence, se caractérisant par un déséquilibre chronologique des corpus documentaires et archéologiques disponibles, largement concentrés sur les XVIIIe et XIXe siècles, par des données historiques et scientifiques éparses et succinctes, et par un manque cruel d'artefacts en plomb pour certaines catégories de mobilier. A cela, est venu s'ajouter le caractère non exhaustif de cette étude archéologique, induite par la conservation différentielle du mobilier *in situ* et par les choix réalisés lors des fouilles, des publications et au cours de cet inventaire. Il faut donc considérer cette recherche comme un échantillonnage, un préalable nécessaire à des travaux futurs. Pour finir, ce sont les caractéristiques propres du plomb qui ont gêné les analysés réalisées sur le mobilier inventorié puisque ce métal, en réaction aux

sels marins, forme à sa surface une couche oxydée opaque, pouvant totalement occulter certaines observations (inscriptions ou traces de mise en forme). De plus, sa malléabilité le rend sujet à de nombreuses modifications morphologiques, pouvant apparaitre à chacune des manipulations de l'objet étudié.

La présence de ces limitations et la volonté de respecter le délai imparti pour cette recherche, ont conduit à ce que certains axes d'étude envisagés et résultats obtenus restent encore à l'état d'ébauche. Toutefois, cette thèse ne représente pas une fin en soit, bien au contraire ; il faut plutôt la considérer comme une exploration des possibilités offertes par ce sujet d'étude et comme la base nécessaire à des recherches futures.
Dans ce but, il sera nécessaire d'enrichir constamment les corpus mobilier et documentaire au gré des découvertes qui seront faites en France et à l'international, afin d'augmenter les données de référence disponibles et permettre d'affiner, de nuancer ou même de revoir les hypothèses d'ordre morphologiques, typologiques et/ou chronologiques émises ici. Les inventaires exhaustifs du mobilier en plomb présents sur des épaves bien conservées et précisément identifiées seront privilégiés afin de mettre en lumière, sur une période donnée, des potentielles différences d'armement suivant leur nature : privée ou royale, et le type de navire concerné. L'analyse systématique de la composition chimique de ces équipements permettra ensuite de restituer le mode d'approvisionnement en plomb, unique ou multiple, de ces navires. Devant l'aspect international de la circulation du plomb, il semble que des études comparatives internationales puissent être, à ce titre, particulièrement pertinentes. Il sera donc envisagé, au terme de cette thèse, de partager et de diffuser rapidement ces corpus inédits avec un maximum de chercheurs étrangers travaillant sur ce métal, afin de favoriser le dialogue et les échanges d'informations, mais aussi d'entrainer une prise de conscience sur la richesse scientifique offerte par ce corpus. Une recherche minutieuse dans les archives anglaises sera également à mettre en place puisqu'il s'agit du plus important exportateur de plomb pour la France, sur la période étudiée ici.

Une proposition de collaboration avec Florian Téreygeol, responsable de la plateforme d'expérimentation paléométallurgique de Melle et d'essais sur l'élaboration de l'argent au Moyen Age, sera aussi lancée dès la fin de cette thèse afin d'aller plus loin dans l'approche expérimentale, mise en œuvre de manière très limitée jusqu'ici. Celle-ci devrait permettre d'approfondir nos connaissances des processus chimiques et mécaniques entrant dans la fabrication du plomb métallique, d'estimer les coûts et rendements de chacune des techniques connues et de vérifier l'exactitude de plusieurs des identifications fonctionnelles envisagées. Toujours dans ce même esprit, diverses restitutions pratiques de la mise en œuvre des artefacts, dont la fonction reste encore mal connue, seront poursuivies.

Enfin, il faut espérer que la pratique des analyses isotopiques sur le mobilier en plomb, et les lingots notamment, se démocratisera malgré son coût et la technicité de sa mise en œuvre, afin de pouvoir, à terme, relier les inscriptions encore non identifiées à des provenances géographiques précises. Ce lien serait un atout précieux pour les archéologues lors de leur

travail d'identification d'un site archéologique. Signalons que les mesures réalisées lors de cette thèses seront transmises au responsable de la base de données en ligne, OXALID, afin qu'elles puissent être exploitées par le plus grand nombre.

Un certain nombre de pistes de recherche sont donc susceptibles d'être mises en œuvre dans un délai très court au terme de cette thèse, tandis que d'autres sont totalement dépendantes de l'avancée générale de la discipline pour la période moderne et notamment des choix techniques et scientifiques qui seront faits par la communauté à propos de l'étude du plomb.

L'ensemble des points que nous venons d'évoquer représente donc de réelles avancées dans la compréhension du plomb moderne dans sa métallurgie, dans les enjeux politique et économique que représentaient sa production et sa circulation, dans la place centrale qu'il occupait dans la culture matérielle des marins ou encore dans son caractère indispensable à la construction, l'aménagement et la marche des navires en bois de cette période. Cette variété d'informations, obtenues à partir de l'étude d'un seul et unique matériau, met donc en lumière la richesse scientifique et patrimoniale renfermée par ce mobilier archéologique. La diffusion de cette recherche devrait donc permettre de rendre sa place légitime à ce métal dans les études archéologiques qui seront menées. Le travail réalisé a également proposé un certain nombre d'outils méthodologiques devant permettre aux archéologues de mieux repérer, inventorier et identifier ces nombreux vestiges en plomb mais aussi d'exploiter plus efficacement les données qu'ils renferment. Enfin, plusieurs hypothèses d'interprétation typologique, fonctionnelle ou encore chronologique ont été émises, qui seront utilisées dans des recherches futures en même temps qu'elles seront revues, affinées ou corrigées selon les nouvelles données recueillies.

Ainsi, bien qu'imparfait par essence, ce travail aura eu la volonté de témoigner de la valeur scientifique du mobilier archéologique en plomb pris dans sa globalité. La prise de conscience de l'intérêt à porter au plomb moderne est déjà en cours actuellement puisque plusieurs études récentes ont été menées à l'étranger sur certains artefacts spécifiques tels que les lingots, les plombs de sonde ou encore les couvre-lumières, mais elle se ressent aussi en France par l'intégration d'un certain nombre d'artefacts en plomb dans les dernières expositions d'archéologie sous-marine réalisées. Cette étude s'intègre donc dans la lignée des plus récentes thématiques de recherche mettant en avant le « petit » mobilier du bord et elle aura permis, espérons-le, de poser des bases scientifiques pour de futures études sur ce métal, aujourd'hui encore en grand danger à cause des récupérations systématiques pratiquées par certains pêcheurs et plongeurs.

Sources

Sources manuscrites

JOB, Ancien Testament, chap. 19, v. 23 et 24.

AN Mar B2-5, Microfilm, Registre des depesches concernant la Marine des Trois premiers Mois de l'Année 1666, folio 151.

AN Mar B2-142, Microfilm, Registre des Dépêches de la Marine de Ponant, Quartier d'Octobre 1699, folios 88r - 92v.

AN Mar B2-320, Registre des ordres du Roy et Depêches concernant Marine de Ponant, six premiers mois 1743, folios 227r et 293r.

AN Mar B2-339, Registre des Ordres du Roy et Dépêches concernant la Marine de Ponant, Année 1750, folio 357.

AN Mar B3-55, Microfilm, Service Général. Correspondance. Ponant, 1688. Le Havre, folios 331r-340r.

AN Mar B3-432, Service général. Correspondance Ponant. St Malo, Brest et Petits ports de Bretagne, 1745, folio 483.

AN Mar B3-713, Service général, correspondance Levant, Marseille, Petits ports de Levant 1781, folios 14r-21v.

AN Mar B4-318, Microfilm, Campagnes, 1676-1829, Armement des frégates la *Boussole* et *L'Astrolabe,* port de Brest, 1785

AN Mar B7-60, Ordres et dépêches sur le commerce du Levant, Juillet 1688 à décembre 1689, folios 178r -179r et 253v – 254v.

AN Mar B7-225, Correspondance à l'arrivée, Espagne, Italie et Nord, 1701-1702, folios 36r-38v.

AN Mar B7-492, Correspondance et mémoires sur le commerce, 1685-1687, folios 265r-266r.

AN Mar D1-36, Construction Navales. Inventaires. Dunkerque. 1784

AN Mar D1-37, Constructions navales. Inventaires, le Havre, 1784

AN Mar D1-41, Constructions navales. Chantiers et Ateliers, Lorient, Rochefort, 1784

AN Mar D1-52, Constructions navales. Chantiers et ateliers, Brest, 1788, folios 328 v – 329 r.

AN Mar D1-53, Constructions navales. Chantiers et ateliers, Lorient, Toulon, 1788

AN Mar D3-16, Gestion des fournitures de Marine 1677-1789, Observations sur les recettes qui se font dans les ports et arcenaux du Roy, 1765

AN Mar G3, Microfilm, Les Etats des Abrégés de la Marine, 1675, folios 89-90.

AN Mar G222, Pièce 14, Inventaire général de la façon et composition des Ouvrages servants dans les arcenaux de marine et a l'armement des Vaisseaux du Roy en ponant, expliqué les lieux & fabriques d'où se tirent les marchandises, 1696

AD 13, 9B-11, 28 juin 1614

AD 17 41 ETP 236-7285, Etats des marchandises, Entrées et Sorties pour les ports de la Direction de La Rochelle venant ou allant en Angleterre, 1718-1726.

AD 33, 3E-9839, Nicolas Payron, notaire de Bordeaux, 27 mai 1546, folio 895 v.

AD 33, 3JM-16, Correspondance, négociants et courtiers pour le plomb et l'étain, 1805, folio 87r-v.

AD 35, 9B-249, Minutes de Greffe. Inventaire du Vaisseau la *Paix* avec ses agrées et ustencilles au retour de son voyage de Moka, 20 novembre 1713

AD 35, 9B-249, Minutes de Greffe 1714. Inventaire du *Diligent* à Saint-Malo, Octobre 1713

AD 35, 9B-251, Minutes de Greffe, Inventaire du désarmement de la frégate *Sainte-Rose*, 1715

AD 44, Minutes Naudin, Acte de la Mairie de La Rochelle pour La Guinée, 5 juin 1563

AD 44, 3E-143, Contrat pour Teneheuve, la Louise de Talmont sur Jard, 30 janvier 1565

AD 44, Ferrand XXXIV / 21, 4 juin 1698

AD 64, 3E-4395, Jean Reboul, notaire à Bayonne, commande de matériel de construction navale, 24 janvier 1665.

SHD Brest, R 3445, Manuscrit Bellec, 1738

SHD Brest, 1A-141, Matériel, 1er semestre 1818, folio 24r.

SHD Brest, 1E-587, Matériel, 1er semestre 1819, folio 10 r – v.

SHD Brest, 1E-611, Matériel, 1er semestre 1825, folio 267 r-v.

SHD Brest, 1E-612, Matériel, 2 septembre 1825, folio 508r.

SHD Brest, 2A-303, Ports : correspondance générale, travaux, constructions navales, approvisionnements, artillerie, mouvements, hopitaux, chiourmes, police de la navigation, pêches maritimes, forges et fonderies, 2e semestre 1827.

SHD Rochefort, 1E-148, Correspondance entre l'intendant de Rochefort et le ministre de la marine, 29 septembre 1750, folio 382.

SHD Vincennes, MS 38, Marchés pour les travaux dans les atteliers de la Marine. Recueil de Marchés pour façon d'ouvrages et Main-d'œuvre dans un Arsenal de Marine. Tome 2, Toulon, 30 janvier 1786, folio 106r.

SHD Vincennes, MS 158A, Recueil consacré à la construction navale et à la navigation, rédigé aux environs de 1690, folios 206v, 207v, 220v et 224v.

SHD Vincennes, MS 540, Etat des matières, armes et munitions pour la construction et l'armement des bâtiments de guerre de différents rangs. XVIIIe siècle.

Sources imprimées anciennes et modernes

ACADEMIE FRANCOISE. *Le grand dictionnaire des Arts et des Sciences.* Tome Quatrième (M-Z.). Paris : Chez la veuve de Jean Baptiste Coignard et chez Jean Baptiste Coignard, imprimeur ordinaire du Roy, 1696, 4 tomes, 362 p.

AUBIN Nicolas. *Dictionnaire de Marine contenant les termes de la navigation et de l'architecture navale avec les règles et proportions qui doivent y être observées*. Amsterdam : P. Brunel, 1702, 776 p.

BARBER John Warner and HOWE Henry. *The loyal West in the times of the rebellion: also, before and since: being an encyclopedia and panorama of the western states, Pacific states and territories of the Union. Historical, geographical, and pictorial,* Cincinnati : F. A. Howe, 1865, 764 p.

BERTRAND Jean Elie. *Descriptions des arts et métiers, faites ou approuvées par messieurs de l'Académie Royale des Sciences de Paris*. Nouvelle édition. Tome XIII. Neuchâtel : Société typographique, 1781, 19 tomes, 560 p.

BOILEAU Etienne. *Les métiers et corporations de la Ville de Paris : XIIIe siècle, Le Livre des Métiers d'Etienne Boileau publié par René de Lespinasse et François Bonnardot.* Paris : imprimerie nationale, 1879, 574 p.

BONNEFOUX Jospeh. *Dictionnaire de la Marine à voiles*. Réédition de 1847. Paris : Edition de la Fontaine au Roi, 1987, 776 p.

BOURDE DE VILLEHUET Jacques. *Le manœuvrier ou essai sur la théorie et la pratique des mouvements du navire et des évolutions navales*. 5e édition. Paris : Bachelier père et fils, libraires pour la marine, 1773 (réédition de 1765)Moka, 419 p.

BOURDE DE VILLEHUET Jacques. *Manuel des Marins ou explication des termes de marine*. Tome 1er. Lorient : Julien le Jeune fils, 1773, 280 p.

BURGUES MISSIESSY Edouard. *Installation des Vaisseaux*. Paris : Imprimerie de la République, 1797, 403 p.

COSTE Léon et PERDONNET Auguste. *Mémoires métallurgiques sur le traitement des minerais de fer, d'étain et de plomb en Angleterre, faisant suite au voyage métallurgique de M. M. Dufrénoy et Elie de Beaumont, ingénieurs des mines*. Paris : Imprimerie de Mme Huzard, 1830, 416 p.

DUFRENOY Ours-Pierre-Armand et ELIE DE BEAUMONT Léonce. *Voyage métallurgique en Angleterre, ou Recueil de mémoires sur le gisement, l'exploitation et le traitement des minerais d'étain, de cuivre.* Tome 1. Paris : Bachelier, 1827, 2 tomes, 572 p.

DUHAMEL DE MONCEAU Henri Louis. *Traité général des pesches et histoire des poissons qu'elles fournissent, tant pour la subsistance des hommes, que pour plusieurs autres usages qui ont rapport aux arts et au commerce*. Nouvelle édition, Paris : chez Saillant & Nyon, libraires, 1772, 314 p.

FALCONER William. *A Universal Dictionary of the Marine*. Londres : T. Cadell, 1813, 420 p.

GUILLAUMIN Gilbert Urbain. *Dictionnaire universel théorique et pratique de commerce et de la navigation*. Tome second H-Z. Paris : Librairie de Guillaumin et Cie, 1861, 2 volumes, 1828 p.

INCONNU. *Mémoire sur le plomb laminé, extrait du journal oeconomique.* Septembre 1752, 32 p.

JAL Augustin. *Glossaire nautique, répertoire polyglotte des termes de marines anciens et modernes*. Volume 2, Paris : F. Didot frères, 1848, 1591 p.

JAUBERT Abbé. *Dictionnaire raisonné universel des Arts et Métiers*. Volume 3, Paris : chez François Didot le jeune, 1773, 4 volumes, 574 p.

LABOULAYE Charles dir. *Encyclopédie technologique. Dictionnaire des Arts et Manufactures de l'Agriculture, des Mines, etc. Description des procédés de l'industrie française et étrangère. G-Z.* 2e édition. Volume 2, Paris : Librairie de L. Comon, 1854, 2 volumes, 695 p.

LAGARDETTE Abbé. *L'art du Plombier et Fontainier*. Paris : édition inconnue, 1773, 277 p.

LANDRIN Henri. *Du plomb, de son état dans la nature, de son exploitation, de sa métallurgie et de son emploi dans les arts*. Paris : Firmin-Didot, 1857, 540 p.

LAUNAY J. B. *Du nouveau manuel complet du fondeur en tous genres faisant suite au manuel du travail des métaux. Les opérations de fonderie, de l'étain, du plomb etc*. Nouvelle édition. Tome premier. Paris : éditions Launay J.B., 1854, 288 p.

LAVOISIER Antoine-Laurent. Mines de Poullawen et d'Huelgoat. *Mémoire de l'Académie des Sciences, 1778*. Paris : édition inconnue, 1778, p. 180-185

LECOMTE Jules. *Dictionnaire pittoresque de Marine*. Paris : Postel, 1835, 327 p.

LEMETHEYER François-Frédéric. *Dictionnaire moderne des termes de marine et de la navigation à vapeur*. Havre : Imprimerie de A. Lamy, 1843, 408 p.

LOUIS XIV – *Ordonnance de Louis XIV pour les armées navales et les arcenaux de marine*. Paris, 1689.

MACQUER Philippe. *Dictionnaire portatif des arts et métiers contenant en abrégé l'histoire, la description et la police des arts et métiers, des fabriques et manufactures de France et des Pays étrangers*. Tome second, Paris : F.-B. de Félice, 1766, 2 tomes, 650 p.

MADELAINE J. *Mémoire sur la fabrication des balles de plomb*. Paris : Imprimerie de Selligue, 1827, 25 p.

MARQUES DE LA VICTORIA. *Diccionario demstrativo con la configuraion y anatomia de toda la arquitectura naval moderna*. Madrid, 1756 (édition de 1995), 139 planches.

MAZAUDIER M. *Guide pratique d'architecture navale, ou exposé des procédés suivis dans les chantiers de la Marine militaire et marchande, avec un appendice sur les bateaux à vapeur*. Toulon : Desauche, 1835, 492 p.

MONTFERRIER Alexandre Sarrazin. *Dictionnaire universel et raisonné de Marine par une société de savans et de marins*. Paris : Bureau du dictionnaire de Marine, 1841, 690 p.

OLLIVIER Blaise. *Traité de construction*. Nice : Edition Oméga, 1736, 390 p.

PACINI Eugène. *La marine, arsenaux, navires, équipages, navigation, atterages, combats*. Paris : L. Curmer, 1843, 240 p.

POVEY Francis. *The Sea-Gunners Companion, or Practical Rules, Explaining the Use of Ordnance and Other Stores in Sea-Service*. Gale ECCO, Print Editions, 2010, première édition 1702, 88 p.

RIVOT Louis Edouard. *Principes généraux du traitement des minerais métalliques. Traité de métallurgie, théorique et pratique*. *Tome Second: métallurgie du plomb et de l'argent*. Paris : Dalmont et Dunod, 1860, 766 p.

ROMME Charles. *Dictionnaire de la Marine françoise, avec figures*. La Rochelle : P. L. Chauvet, 1792, 627 p.

ROUSSEL, J.-B. *Connaissance des marchandises ou dictionnaire analytique et raisonné des articles indigènes et exotiques drogueries, épiceries, peintures, teintures, liquides etc*. Tome troisième. Bordeaux : Typ. De Suwerinck, imprimeur de la Chambre de Commerce, 1847.

SAINT-ALBINE (DE) Pierre Rémond. *Mémoire sur le laminage du plomb*. Paris : imprimerie Pierre Prault, 1731, 46 p.

SAVARY DES BRUSLONS Jacques. *Dictionnaire universel de commerce.* Tome second (D-O), Genève : chez les héritiers Cramer et frères Philibert, 1726, 3 tomes, 1589 p.

PANCKOUKE Honoré-Sébastien. *Encyclopédie méthodique. Marine, dédiée et présentée à Monseigneur le Maréchal de Castries, Ministre et Secrétaire d'Etat au Département de la Marine etc*. Tome second, Liège : Panckouke et Plomteux, 1786, 3 volumes, 784 p.

WILKINSON JJ. On wood, lead and copper sheating. *Nautical Magazine and Naval Chronicle*, 1842, p. 401

WILLAUMEZ Jean-Baptiste. *Dictionnaire de Marine.* Paris : Bachelier, 1825, 600 p.

Bibliographie

Note aux lecteurs : dans une optique de simplicité d'utilisation, la bibliographie a été présentée ici selon l'ordre alphabétique des auteurs et triée suivant le type de document : ouvrages imprimés / littérature grise. Le classement thématique de cette documentation n'a pas été choisi au vue de l'importance des entrées référencées.

Monographies, ouvrages de référence et articles

ALBAREDE Francis, DESAULTY A.-M. and BLICHERT-TOFT Janne. - A geological perspective on the use of Pb isotopes in archaeometry. *Archaeometry*, 2012, 54:5, p. 853-867.

ALFONSI Hervé, BRANDON Christopher et JONCHERAY Jean-Pierre. L'épave du XVIIIe siècle du port de l'Amirauté à Ajaccio. *Cahiers d'archéologie subaquatique*, 2009, XVII, p. 109-196

ARMINJON Catherine et BILLIMOFF Michèle. *Métal, vocabulaire technique*. Paris : Editions du Patrimoine. Centre des Monuments Nationaux, 1998, 367 p.

ASSOCIATION SALOMON dir. *Le mystère Lapérouse ou le rêve inachevé d'un roi*. Turin, Editions de Conti, 2008, 399 p.

BARON Sandrine et COCHET André. Etude d'un lot de lingots de plombs antiques de Saintes Maries de la Mer: ségrégation et analyses chimiques élémentaires. *Revue d'Archéométrie*, 2003, 27, p. 147-163

BINGEMAN John M. *et al.* Copper and other sheathing in the Royal Navy. *International Journal of Nautical Archaeology*, 2000, 29, 2, p. 218-229

BOUDRIOT Jean. *Le Vaisseau de 74 canons, Traité Pratique d'Art Naval*. Volumes 1, 2 et 4. Grenoble : Quatre Seigneurs, 1977, 4 volumes, 166 p., 212 p. et 391 p.

BOUDRIOT Jean et BERTI Hubert. *Artillerie de Mer. France 1650-1850*. Edition Ancre, 1992, 198 p.

BRIGHT Leslie. *Blockade runner Modern Greece and her Cargo*. Caroline du Nord : Archaeology Section. Division of Archives and History North Carolina Department of Cultural Resources, 1977, 205 p.

BRUSETH James and TURNER Toni. *From a Watery Grave. The discovery and excavation of La Salle's Shipwreck, La Belle*. Texas : A & M University Press College Station, 2005, 159 p.

CARRE Dominique, DESROCHES Jean-Paul, GODDIO Franck *et al*. *Le San Diego : un trésor sour la mer*. Paris : Association française d'action artistique : réunion des musées nationaux, 1994, 379 p.

CASABAN José Luis, GONZALES Raul, SAN CLAUDIO Miguel *et al*. El pecio de Punta Restelos. Un buque de la Armada de 1596. *Arqueología subacuática española: Actas del I Congreso de Arqueología Naútica y Subacuática Española, Cartagena, 2013*. 2014, volume 1, p. 165-171

COCHET André. *Le plomb en Gaule romaine. Techniques de fabrication et produits.* Montagnac : Monique Mergoil, Montagnac, 2000, 223 p. (Monographies Instrumentum n°13)

COLLINS Henry F. *The Metallurgy of Lead*. 2e édition, Londres : Charles Griffin and Company, 1910, 538 p.

COLLS Dali, DOMERGUE Claude et GUERRERO AYUSO Victor. Les lingots de plomb de l'épave Cabrera 5 (île de Cabrera, Baléares). *Archaeonautica,* 1986, 6, p. 31-80

COREY Malcom. Lead Hull-Sheathing of the 1622 galleon Santa Margarita. *The Navigator: Newsletter of the Mel Fisher Maritime Heritage Society,* 2001, Volume 16, n° 1, 3 p.

CRISMAN Kevin. Angra B : the Lead-sheated Wreck at Porto Novo. *Revista Portuguesa de Arquelogia*, 1999, volume 2, n° 1, p. 255-262

CUZANGE Laurence et TEXIER Annick. Caractérisation des plombs anciens de vitraux. *Corpus Vitrearum Newsletter,* 2000, 47, p. 43-51

DAUMAS Maurice dir. *Histoire générale des techniques*. Volumes 1, 2 et 3. Paris : Presse Universitaire de France, 5 tomes, 1962-1979, 652 p., 750 p. et 884 p.

DEFOE Daniel. *Robinson Crusoé, 1719*. Dover Publications, 1998, 240p.

DELILE Hugo, BLICHERT-TOFT Janne, GOIRAN Jean-Philippe, KEAY Simon and ALBAREDE Francis. Lead in ancient Rome's city waters. *Proceedings of the National Aacademy of Sciences*, 2014, 111, 18, p. 6594-6599.

DOBSON Neil Cunningham. *La Marquise de Tourny: A Mid-18th century Armed Privateer of Bordeaux.* Tampa : Odyssey Marine Exploration, 2010, 39 p. (Odyssey Papers, n° 17)

DUIVENVOORDE Wendy, STEDMAN Jim, BILLSTROM Kjell, *et al*. The lead ingots from the wreck of the Zuiddorp (1712), Western Australia: a report of their provenance and manufacture. *International Journal of Nautical Archaeology*, 2013, 42, 1, p. 150-166

DUVAL Michel. Aménagement forestier et progrès technique dans l'Ouest au XVIIIe siècle. *Revue Forestière Française*, Numéro 6, 1959, p. 449-455

GAUR A. S., SUNDARESH, SAXENA Manoj, *et al*. Preliminary observations on an 18th-century wreck at Poompuhar (east coast of India). *International Journal of Nautical Archaeology,* 1997, 26, 2, p. 118-126

GAWRONSKI Jerzy H. G. The Amsterdam project. *International Journal of Nautical Archaeology,* 1990, 19, 1, p. 53-61

GAWRONSKI Jerzy, BAST Kist et STOKVIS-VAN BOETZELAER Odilia. *Hollandia Compendium. A contribution to the history, archaeology, classification and lexicography of a 150 ft. Dutch East Indiaman (1740 – 1750).* Amsterdam : Rijks Museum and Elsevier Science publishers, 529 p.

GILLE Bertrand dir. *Histoire des techniques*. Prolégomènes à une histoire des techniques. Paris : Gallimard, 1978, 1680 p. (Encyclopédie de la Pléiade, n° 41)

GREEN Jeremy N. The loss of the Verenigde Oostindische Compagnie retourschip BATAVIA, Western Australia, 1629. An excavation report and catalogue of artefacts. *BAR International Series* 489, 1989, 228 p.

GUEROUT Max et LIOU Bernard. *La Grande Maitresse nef de François 1er. Recherches et documents d'archives*. Paris : Presses Paris Sorbonne, 2001, 289 p.

JOSEPH J. W. Preface. In : SCHABLITSKY Julie et LEONE Mark. *Historical Archaeology and the Importance of Material Things II*. Rockville : Society for Historical Archaeology, 2012, p. 1-2 (Special Publication number 9)

KAHANOV Yaacov et ASHKENAZI Dana. Lead sheating of ship hulls in the Roman period : Archaeometallurgical characterisation. *Materials Characterization,* 2011, 62, p. 768-774.

LAVERY Brian. *Arming and Fitting of English Ships of War – 1600 – 1815*. Londres : Conway Maritime Press, 1987, 318 p.

L'HOUR Michel et RICHEZ Florence. Le voyage inachevé du Prince de Conty (1746), vaisseau de la Compagnie des Indes Orientales. *Neptunia*, 1989, 173, p. 27-33

L'HOUR Michel et RIETH Eric. *Le Mauritius, la mémoire engloutie*. Grenoble : Casterman, 1989, 269 p.

L'HOUR Michel, LONG Luc et RIETH Eric. The wreck of an « experimental » ship of the « Oost-Indische Companie » : The Mauritius (1609). *Journal of Nautical Archaeology,* 1990, 19, 1, p. 63-73

L'HOUR Michel et VEYRAT Elisabeth dir. *La Mer pour Mémoire. Archéologie sous-marine des épaves atlantiques*, Paris : Somogy édition d'art, 2005, 367 p.

L'HOUR Michel et VEYRAT Elisabeth. *Un corsaire sous la mer. Les épaves de la Natière, Archéologie sous-marine à Saint-Malo, Volume 2, campagne de fouille 2000*. Saint-Malo : Adramar, 2001, 83 p.

MAARLEVELD Thijs J. et OVERMEER Alice. Aanloop Molengat-Maritime Archaeology, and intermediate trade during the Thirty Years' War. *Journal of Archaeology in the Low Countries*, 2012, 4, 1, p. 95-149

Mc BRIDE P., LARN Richard et DAVIS R. A mid-17th century merchant ship found near Mullion Cove 3rd interim report on the Santo Christo de Castello, 1667. *International Journal of Nautical Archaeology*, 1975, 4, 2, p. 237-252

MARSDEN Peter *et al*. *The wreck of the Amsterdam*. Londres : Hutchinson, 1985, 207 p.

MARTIN Colin J. M. The Dartmouth, a British frigate wrecked off Mull, 1690. 5. The Ship. *International Journal of Nautical Archaeology and Underwater Exploration*, 1978, 7:1, p. 29-59

MARTIN Colin J. M. El Gran Grifon : An Armada wreck on Fair Isle. *International Journal of Nautical Archaeology*, 1972, 1, 1, p. 59-71

MARTIN Colin J. M. The Adelaar : a Dutch East Indiaman Wrecked in 1728 off Barra, Outer Hebrides, Scotland. *International Journal of Nautical Archaeology*, 2005, 34, 2, p. 179-210

MARX Robert F. *Port Royal rediscovered*. Londres : Doubleday, 1973, 304 p.

MONTEIX Nicolas, PERNOT Michel et COUTELAS Arnaud. La metallurgia del piombo fra archeometria ed approcci classici. In : GUZZO P.G., GUIDOBALDI M.P. *Nuove ricerche archeologiche nell'area vesuviana (scavi 2003-2006)*. Atti del convegno internazionale, Roma 1-3 febbraio 2007, "Studi della Soprintendenza Archeologica di Pompei", 25, Roma, "L'Erma" di Bretschneider, 2008, p. 439-447

Needles Underwater Archaeology Group et LARN Richard dir. The wreck of the Dutch East Indiaman Campen on the Needles rocks, Isle of Wight, 1627- Part 1 and 2. *International Journal of Nautical Archaeology*, 1985, 14, 1 et 2, p. 1-31 et p. 97-118

NESTA Antonio, KLEIN Sabine, QUARATI Piero, *et al*. Sobre el origen de los lingotes de Chipiona. Aportacion del metodo de les isotopos del plomo. *HABIS*, 2011, 42, p. 191-207

OLESON John-Peter. Ancient Sounding-Weights: A Contribution to the History of Mediterranean Navigation. *Journal of Nautical Archaeology*, 2000, 13, p. 293-310

OLESON John-Peter. Testing the waters : the role of sounding weights in ancient Mediterranean navigation. In : HOLFELDER Robert Lane. *The Maritime world of ancient Rome. Memoirs of the American Academy in Rome*. Supplément 6. Michigan : University of Michigan Press, 2008, p. 118-176

OVERMEER Alice B. M. et the Cultural Heritage Agency. *A swedish man-of-war in Dutch Waters. An archaeological field evaluation of the wreck of the Sophia Albertina*. Amersfoort : Cultural Heritage Agency of the Netherlands, 2012, 93 p.

PLOUVIER David. *La marine française et ses réseaux économiques au XVIIIe siècle*. Paris : Les Indes Savantes, 2014, 541 p.

PRICE Richard, MUCKELROY Keith et WILLIES Lynn. The Kennemerland site. A report on the lead ingots. *International Journal of Nautical Archaeology*, 1980, 9, 1, p. 7-25

SCHIFFER Michael Brian. *Behavioral Archaeology: First Principles*. Salt Lake City : *Behavioral Archaeology: First Principles,* 1995, 289 p.

SIMONS III Joe J. *Those vulgar tubes : external Sanitary Accommodations aboard European Ships of the Fifteenth through Seventeenth Centuries*. 2e édition. Londres : Texas A&M University Press et Catham Publishing, 1998, 122 p.

TRINCHERINI P. R. *et al*. Where do the lead ingots of the Saintes-Maries-de-la-Mer come from? Archaeology compared with physics. *Archaeometry*, 2001, 43, 3, p. 393-406

TRIPATI Sila, PARTHIBAN G., VORA K. H., *et al*. Lead ingots from a shipwreck off Poompuhar, Tamil Nadu, East Coast of India: evidence for overseas trade and their significance. *International Journal of Nautical Archaeology*, 2003, 32, 2, p. 225-237

TYLECOTE Ronald Frank. *Metallurgy in Archaeology. A Prehistory of Metallurgy in the British Isles*. Londres : Edward Arnold Publishers LTD, 1962, 368 p.

TYLECOTE Ronald Frank. *A history of Metallurgy*. Londres : The Metals Society, 1976, 182 p.

VAN DUIVENVOORDE Wendy, STEDMAN Jim, BILLSTROM Kjell *et al*. The Lead Ingots from the Wreck of the Zuiddorp (1712), Western Australia : a report of their provenance and manufacture. *International Journal of Nautical Archaeology*, 2013, 42, 1, p. 150-166

VAN DUIVENVOORDE Wendy. The Use of Copper and Lead Sheating in VOC Shipbuilding. *International Journal of Nautical Archaeology.* 2015, 44, 2, p. 349-361

VIVAR Gustau, GELI Rut et NIETO Xavier. *Deltebre 1*. Un barco hundido en la desembocadura del Ebro durante la Guerra del Francés. *I Congreso de Arqueología Náutica y Subacuática Española, Cartagena 14, 15 y 16 de Marzo de 2013*, 2014, p. 279-287

WILLIES Lynn. Derbyshire Lead Smelting in the Eigtheenth and Nineteenth centuries. *Bulletin of the Peak District Mines Historical Society*, 1990, 11, 1, p. 1-19

WILLIES Lynn. The Lords' Cupola, Middle Dale. *Bulletin of the Peak District Mines Historical Society*, 1974, 5, 5, p. 288-301

WILLIES Lynn. Prosperty and Decline in Derbyshire Lead Mining. *Bulletin of the Peak District Mines Historical Society*, 1985, 9, 5, p. 251-282

WILLIES Lynn. The Kennemerland site. A report on the lead ingots. *International Journal of Nautical Archaeology.* 1980, 9, 1, p. 7-25

Littérature grise

Association Ariane et Andromaque. *Le site du GRASU*, Rapport d'opération de 1998, non publié, 1998.

BARON Sandrine. *Etude chimique de lingots de plomb dates de la 2ème moitié du Ier siècle ap. J.-C.,* DESS Archéo-Sciences sous la direction d'André Cochet et de A. Schmitt, Université de Bourgogne, Dijon, 2000.

BOYER Thierry. *Les pompes de cale du Machault*, Mémoire de Master sous la direction de E. Rieth, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris, 2008.

ERIAU Jean-Michel. *Le « Soleil Royal » au Croisic, Etude préliminaire du site de l'épave,* 1982.

GUEROUT Max. *Epave de Villefranche sur Mer, Campagne de 1984*, rapport d'opération, non publié, 1984.

GUEROUT Max. *Epave de Villefranche sur Mer, Campagne de 1990*, rapport d'opération, non publié, 1990.

MONNA Fabrice. *Cycles biogéochimiques des éléments traces métalliques aux interfaces de l'environnemen*t, Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Bourgogne et CNRS, 2008

MONANGE Edmond. *Une entreprise industrielle au XVIIIe siècle: les mines de Poullaouen et du Huelgoat,* Thèse de doctorat d'université, Université de Rennes, 1972.

MOYON Romain. *Les armes portatives des épaves françaises des XVIIe et XVIIIe siècles au Ponant,* Mémoire de Master 1 sous la direction de M. Acerra et O. Hulot, Université Rennes 2, Rennes, 2015.

SADANIA Marine. *Les ancres à jas de la façade atlantique maritime française de l'Antiquité au milieu du XXe siècle,* Thèse de doctorat d'université, sous la direction de M. Monteil et E. Rieth, Université de Nantes, 2015.

SCHNITZER Laura K. *Aprons of lead : examination of an artifact assemblage from the Queen Anne's Revenge shipwreck site*, Mémoire de Master sous la direction de L. E. Babits, Université de East Carolina, 2012.

VEYRAT Magali. *Les plombs de sonde de l'Antiquité à la période moderne : Une approche archéologique d'après le matériel provenant du littoral français*, Mémoire de Master 1 sous la direction de D. Pieri et E. Rieth, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 2011.

VEYRAT Magali. *Sonder la mer, reconnaitre les fonds : les plombs de sonde de l'époque moderne (XVIe-XXe siècles). Etude typo-chronologique et documentaire*, Mémoire de Master 2 sous la direction de D. Pieri et E. Rieth, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris, 2012.

Liste des figures

Figure 1 : Plomb de sonde découvert sur l'épave de Gela, Italie, 500 B. C. (Oleson, 2000, fig. 6A, p.300)..... 5

Figure 2 : Mosaïque découverte dans une chambre funéraire, présentant le déchargement et la pesée d'une cargaison de lingots de plomb (Musée du Bardo, Sousse, Tunisie, IIIe siècle)..... 6

Figure 3 : Planche de présentation de Master 2 d'une proposition de typo-chronologie des plombs de sonde..... 8

Figure 4 : Prise de risque des marins lors du lancement de la sonde par faible et forte profondeur (de gauche à droite : Briscoe, 1933, conservé au Het Scheepvaartmuseum et Fatio dans Pacini, 1843, p. 202)..... 9

Figure 5 : Lingots de plomb et plombs de sonde présentés en vitrine de l'exposition *La Mer pour Mémoire* (photos T. Seguin et Y. Gaudin)..... 11

Figure 6 : Affiche et vitrines sur les plombs de sonde, exposition au Fort Berthaume, été 2014, par Hugues Priol (photo H. Priol)..... 12

Figure 7 : Registres des exports des corsaires de Saint Malo, 1704 (AD 35, photo T. Seguin, ADRAMAR)..... 16

Figure 8 : Mosaïque de différentes méthodes d'analyse mises en place lors de cette étude, de gauche à droite et de bas en haut : registres d'archives, prise de mesures, dessin à l'échelle, prélèvements pour des analyses chimiques, cartographie et étude ethnographique (T. Seguin et M. Veyrat et réalisations personnelles)..... 19

Figure 9 : Prise de mesures détaillées sur un poids en plomb provenant du *Soleil Royal*, 1759 (Dépôt du Croisic du Musée National de la Marine, photo M. Veyrat)..... 23

Figure 10 : Clichés d'enregistrement d'un peson de plomb découvert sur le *Prince de Conty*, 1746, Num 393 (photos M. Veyrat, dépôt mobilier du DRASSM, Nantes)..... 23

Figure 11 : Diagrammes présentant la répartition fonctionnelle du mobilier inventorié de manière complète sur littoral français (b) et intégrant les épaves découvertes à l'étranger (a) (réalisations personnelles)..... 25

Figure 12 : Répartition chronologique des sites ayant livré du mobilier en plomb inventorié (réalisation personnelle)..... 28

Figure 13 : Carte de la répartition chronologique des sites archéologiques présentant du mobilier en plomb sur le littoral français, XVIe-XIXe siècles (SIG Arc Gis, carte personnelle, 10/2015)..... 30

Figure 14 : Planche illustrant le travail des plombiers et la création de table de plomb (Lagardette, 1773, planche II)..... 32

Figure 15 : Exemple de la fiche inventaire détaillée du couvre-lumière découvert sur l'épave de la *Dauphine,* 1704, Num 544 38

Figure 16 : Dessin à l'échelle 1/3 du peson de plomb présenté ci-dessus (dessin personnel) . 40

Figure 17 : Lingots décrits en tant que « boat-shaped », de gauche à droite : lingot encadré en rouge sur l'épave du *Gran Grifon*, et groupe 1 de l'épave de *Poompuh*ar (Martin, 1972, fig. 7, p. 67 et Gaur *et al.*, 1997, fig. 6, p. 122) 49

Figure 18 : Etude comparative de la surface d'un sarcophage antique en plomb, découvert sur le site de la Route de l'Ile à Vienne. La surface inférieure au contact du moule en sable est plus lisse à gauche et la surface supérieure au contact de l'air est plus granuleuse à droite, échelle 1,36 (Cochet, 2000, fig. 2 et 3, p. 9) 51

Figure 19 : Mosaïque de gestes techniques de travail du plomb à diverses époques. De gauche à droite et de haut en bas : photo du passage du râble sur une feuille de plomb coulée sur sable / coulée en série de saumons de plomb au XIXe siècle / tableau de David Allan de la coulée d'un saumon de plomb, 1780 / planche issue du traité *De Re Metallica* illustrant la coulée de galettes et de saumons de plomb, 1556/ planche de l'ouvrage *Description des Arts et Métiers* du travail d'une feuille de plomb dans un laminoir (photo site internet usine Norman and Underwood / Colins, 1910, page de garde / peinture David Allan 1780 / Agricola, 1556, livre 9, p. 125 / Bertrand, 1781, planche III) 55

Figure 20 : Inventaire du désarmement du vaisseau la *Paix* à son retour de Moka, 1713 (AD 35, 9B-249)..... 57

Figure 21 : Galène de plomb (photo fr.wikipedia.org) 61

Figure 22 : Extraction du plomb de la mine par un treuil à bras, Mississipi (Barber et Howe, 1865, p. 321)..... 63

Figure 23 : Roue à aubes entrainée par l'eau (Agricola, 1556, livre six, p. 139)..... 64

Figure 24 : Emploi d'une roue hydraulique et du système bielle-manivelle pour remonter les roches ou l'eau extraites des galeries (Gille, 1978, fig. 13, p. 620 tirée d'Agricola 1556)..... 66

Figure 25 : Etapes schématiques de la vie d'une mine au Derbyshire (WILLIES, 1985, p. 256) 68

Figure 26 : Action de la société des Mines de Poullaouen, Bretagne, 1906 (www.delcampe.net) 70

Figure 27 : Prix en livres de la tonne de plomb à Londres, au XIXe siècle (Willies, 1985, Fig. 4, p. 273)..... 71

Figure 28 : Carte de la répartition des exploitations du plomb en activité en Bretagne au XVIIIe siècle (Monange, 1972, annexe) 73

Figure 29 : Mines de plomb dont le début d'exploitation date de diverses périodes en Angleterre et en Irlande (Tylecote, 1962, Fig. 13, p. 74) 75

Figure 30 : Schéma synthétique des étapes de l'élaboration du plomb d'œuvre à partir d'un minerai de plomb argentifère (personnel) 77

Figure 31 : Concassage des minerais avant le tri (David Allan, 1780, musée National Galleries Scotland) 79

Figure 32 : Tri des minerais par flottaison (David Allan, 1780, musée National Galleries Scotland) 80

Figure 33 : Différents types de fours simples, bas-fourneaux, employés au XVIe siècle pour fondre le minerai de plomb et le couler en saumons (Agricola, 1556, p. 223) 84

Figure 34 : Exemples de la structure d'un four à réverbère, type général (de gauche à droite : Landrin, 1857, fig. 38 et 39, p. 266 et Willies 1990, p. 6) 85

Figure 35 : Exemples d'un four écossais et d'un four à manche, en Angleterre (Dufrenoy et Beaumont, 1827, tome II, planche VIII) 88

Figure 36 : Fonte des minerais de plomb et coulées de saumons de plomb directement dans des trous creusés à même le sol (Agricola, 1556, p. 125) 91

Figure 37 : Coulée d'un saumon de plomb au XVIIIe siècle, dans un moule en pierre fixe (David Allan, 1780, National Galleries Scotland) 93

Figure 38 : Planche présentant la refonte des crasses de plomb en lingots rectangulaires (Bertrand 1781, planche XIV) 94

Figure 39 : Atelier du plombier : coulée de tables de plomb, outils et saumons de plomb (Inconnu, XVIIIe, planche Ière) 95

Figure 40 : Industrialisation des coulées de lingots de plomb (Watkins, San Francisco, 1867) 96

Figure 41 : Moule pour saumons de plomb de section demi-circulaire et présentant un plat-bord de préhension à ses extrémités (Collins, 1910, fig. 195, p. 263) 96

Figure 42 : Pesée et évaluation des saumons de plomb avant leur sortie de l'atelier (David Allan, 1780, National Galleries Scotland) 97

Figure 43 : Atelier du plombier, coulée d'une table de plomb sur sable (Lagardette, 1773, planche Ière) 101

Figure 44 : Atelier du plombier, coulée et roulage de la table de plomb (Lagardette, 1773, planche II) 102

Figure 45 : Plombiers en train de passer des planes sur le sable avant de couler la table de plomb dans le moule (photo usine Norman and Underwood)..... 103

Figure 46 : Atelier du plombier, coulée d'une table de plomb sur toile (Lagardette, 1773, planche III) 104

Figure 47 : Vues en plan et en coupe de l'atelier du laminoir et de la forge associée (Diderot, 1777, planches I et II)..... 108

Figure 48 : Planches de détail de la structure interne du laminoir (Diderot, 1777, planches 8 à 11)..... 109

Figure 49 : Levée d'une table de plomb par une grue dans un atelier de laminoir (Diderot, 1777, planche 4) 110

Figure 50 : Document d'archive présentant « *Mémoire concernant le marché passé avec le sieur Bottereau, pour la fourniture des plombs laminez* », 4 Février 1750 (AN Mar B2-339, 1750, folio 357)..... 112

Figure 51 : « Plomberie. Le travail du Plomb en Table pour l'arrondir en Tuyaux… » (Inconnu, XVIIIe siècle, planche 3) 114

Figure 52 : Tableau récapitulatif des denrées reçues d'Angleterre dans le port de La Rochelle entre 1718 et 1726 (AD 17 41ETP236-7285) 115

Figure 53 : Inventaire des marchandises disponibles dans les ports royaux de France en 1675 (AN Mar G3, 1675, folios 89-90) 116

Figure 54 : Martelage des tuyaux de plomb et réalisation des soudures (Bertrand, 1781, planche VIII) 117

Figure 55 : Soudure d'un dalot par un mélange étain/plomb apposé sur la liaison des deux extrémités de la feuille de plomb, épave du *Coureur*, 1821, ile Maurice (dalot Co-0132, Musée Maritime de Mahébourg, photo M. Veyrat) 118

Figure 56 : Coupes métallographiques d'une chaudière en plomb antique découverte à Pompéi, avec à gauche une vue de la structure du corps de l'objet en plomb et à droite celle de la zone soudée (Monteix, Pernot et Coutelas, 2008, fig. 8, p. 6) 119

Figure 57 : Coulée d'un tuyau de plomb, agrandit progressivement par de multiples coulées (Lagardette, 1773, planche IX)..... 120

Figure 58 : Détails du moule employé pour couler un tuyau de plomb et des outils employés (Inconnu, XVIIIe siècle, planche 4) 122

Figure 59 : Technique du repoussé employé par les plombiers de Versailles, permettant l'obtention d'un décor sur une plaque de plomb (photo M. Veyrat)..... 123

Figure 60 : Découpe d'une feuille de plomb pour récupérer des cercles qui seront utilisés ensuite par les plombiers du château de Versailles (photo M. Veyrat) 124

Figure 61 : Exemple d'une réalisation artistique des plombiers du château de Versailles, mettant en œuvre plusieurs techniques successives : découpe, soudure et repoussé (photo M. Veyrat) 124

Figure 62 : Facture du transport de lingots de plomb provenant d'Angleterre entre Morlaix et Brest sur le navire la *Réussite,* 1745 (AN Mar, B3-432, 1745) 131

Figure 63 : Vue du port de l'usine de plomb « Bagillt » en Angleterre, avec la présence au sein de l'usine de navires pour transporter directement le plomb produit dans le reste de l'Angleterre et vers les ports de redistribution sur la côte (photo du site internet themeister.co.uk, XIXe siècle) 133

Figure 64 : Présentation des lingots découverts sur l'épave du *Loch Ard*, 1878, en position de stockage en fond de cale (photo Flagstaff Hill Museum, Australie) 135

Figure 65 : Estampe réalisée par N. de L'Armessin, avec privilège du Roy : Habits de plombier, XVIIe siècle (estampe tirée du receuil de Michel Hennin, *Estampes relatives à l'Histoire de France*, Tome 74) 137

Figure 66 : Liste des ouvriers du port de Lorient et des ouvrages qu'ils réalisent, 1788 (AN Mar D1-53, 1788, folio 3) 141

Figure 67 : Détail des ouvrages réalisés par les plombiers du port de Lorient, 1788 (AN Mar, D1-53, 1788, folio 3) 144

Figure 68 : Inventaire des productions des plombiers du port de Toulon, Juillet 1788 (AN Mar D1.53, 1788, folio 112 v) 145

Figure 69 : Commande de balles de plomb pour l'armement d'un navire auprès d'un plombier de l'artillerie de terre, port du Havre (AN Mar B2-320, 1743, folio 293r) 146

Figure 70 : Manuscrit Bellec, 1738, présentant les outils du plombier dans un port de la Marine (SHD Brest, R 34 45) 148

Figure 71 : Planche de *l'Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, arts et métiers* de Diderot, présentant l'atelier du tisserand ainsi que ses outils dont la navette en figure 1 et 2 (Diderot 1777, tome Z, p. 393, planche I) 154

Figure 72 : Contrat de marchands, négociants et courtiers vendant du plomb, 9 septembre 1805 (AD 33, 1805, 3JM16, folio 87r) 159

Figure 73 : Planche du manuscrit *Diccionario Desmotrativo* conservé au Musée Naval de Madrid (AMN-Ms.1197), présentant les outils nécessaires à l'entretien de la coque du navire avec notamment un plomb en table et des feuilles de plomb empilées encadrés en rouge (Marques de la Victoria, 1756 (édition de 1995), p. 101) 168

Figure 74 : Recueil consacré à la construction navale et à la navigation, rédigé aux environs de 1690 : quantités en livres de plomb en table pour le service du canon en haut et des charpentier et calfat en bas. Vaisseaux de 1er rang jusqu'au 5e rang, puis flute et brulot (SHD Vincennes, MS 158A, 1690, folios 207v et 220v) 172

Figure 75 : Caisse de menuisier du XVIIe siècle, devant se rapprocher d'une selle de calfat (photo : Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, http://www.geheugenvannederland.nl/) 176

Figure 76 : Planche présentant les outils du calfat dont une selle en bois servant de boîte de rangement et de siège de travail à bord, datant du XVIIe siècle (http://www.geheugenvannederland.nl/ et http://www.museeciotaden.org/) 176

Figure 77 : Moule en fer pour balles de plomb (Agricola, 1556, livre sept, p. 193) 182

Figure 78 : Planche III de l'Encyclopédie ou dictionnaire raisonné, publié par Denis Diderot en 1777 (Diderot, 1777, planche III, p. 22 : 4 dans http://portail.atilf.fr/cgi-bin/getobject_?p.140:90./var/artfla/encyclopedie/textdata/image/) 183

Figure 79 : Plomb de sonde et ligne de sonde marquée (Victorian Collection, Australie) 188

Figure 80 : Filets de pêche issus du *Traité général des pesches*, plombés à leur base (Duhamel de Monceau, 1772, planche XXXV, figure 3 et 4) 193

Figure 81 : Chaudron de pompe dans le *Dictionnaire de Marine contenant les termes de la navigation et de l'architecture navale* rédigé par Nicolas Aubin en 1702 (Aubin 1702, p. 199) 200

Figure 82 : Mosaique illustrants plusieurs axes de recherche mis en place pour l'étude du mobilier archéologique. De gauche à droite et de haut en bas : observation des gestes des Plombiers-Fontainiers de Versailles / Cartographie du mobilier / prélèvement d'échantillons, analyses chimiques et observations microscopiques de la structure cristalline / exploitation des données des analyses physico-chimiques (photos, carte et graphique personnels et Cochet, 2000, figure 2, p. 9) 202

Figure 83 : Lingots *in situ* encore en position de chargement, site de Penhors, XVIIIe, Bretagne (photo D. Metzger, DRASSM et dessin E. Veyrat dans Bilan Scientifique du DRASSM, 1996, fig. 20, p. 62) 207

Figure 84 : Empilements de lingots de plomb commercialisés actuellement, de gauche à droite : vprc.fr et solostocks.fr 209

Figure 85 : Lingots *in situ* sur le site de Punta Restelos au Portugal, 1596 (photo Miguel San Claudio) 209

Figure 86 : Chargement de lingots de plomb recyclés commercialisés actuellement : sfmetaltrading.com 210

Figure 87 : Impression d'un tissu sur l'une des faces d'une feuille de plomb découverte sur l'épave *Santa Margarita*, 1622 (photo Dylan Kibler/MFMHS dans Malcom 2001, p. 2) 212

Figure 88 : Zone découpée sur une feuille de plomb (Num 270) trouvée sur *L'Aimable Grenot*, 1749 (Réserves du musée de Saint-Malo, photo M. Veyrat) 213

Figure 89 : Zones de soudure sur du mobilier en plomb. De gauche à droite, le chiffre VII de tirant d'eau découvert sur le site du Plateau du Four (Num 214) et un dalot de la *Dauphine*, 1704 (Num 345) (photos M. Veyrat) 214

Figure 90 : Dalot de plomb découvert sur le site de Kerbozec, épave supposée de *L'Hercule*, 1774 (photo M. Veyrat, dépôt DRASSM SRA Nantes) 215

Figure 91 : Coupe métallographique de l'échantillon 3 présentant quatre aspects différents sur une seule zone, fig. 3 : aspect général, et fig. 4 : détails des quatre aspects cristallins (Kahanov et Ashkenazi, 2011, fig. 3 et 4, p. 771 et 772)..... 217

Figure 92 : Diagrammes circulaires présentant la répartition des divers matériaux retrouvés sur les épaves de la *Dauphine* (Natière 1), 1704 et de *L'Aimable Grenot* (Natière 2), 1749 (diagrammes personnels, 2014)..... 220

Figure 93 : Récipients découverts sur la *Boussole*, 1788, dont la fonction était restée inconnue : a) potentiel cornet d'écritoire, Num Iso 99 et b) boite en plomb du pilote supposée, Num Iso 327 (photos V. Proner et M. Veyrat, réserves du Musée d'Histoire Maritime de Nouvelle Calédonie et du musée de la Marine à Paris)..... 224

Figure 94 : Outils employés par les Plombiers-Fontainiers de Versailles (photo M. Veyrat) 227

Figure 95 : Extrait de la planche X du traité de l'Abbé Lagardette sur l'art des plombiers-fontainiers, illustrant leurs principaux outils (Lagardette, 1773, planche X)..... 227

Figure 96 : Mandrins (a) et colliers (b) de bois de divers diamètre servant à la création de tuyaux de plomb, château de Versailles, atelier des plombiers-fontainiers (photos M. Veyrat) 228

Figure 97 : Martelage à la batte courbe en buis d'un tuyau de plomb (photos M. Veyrat, Château de Versailles)..... 230

Figure 98 : Collerette de fixation soudée au tuyau de plomb (photo M. Veyrat, Château de Versailles)..... 231

Figure 99 : Ouverture progressive de la collerette d'un tuyau de plomb par martelage sur son extrémité (photo M. Veyrat, Château de Versailles)..... 231

Figure 100 : Demi-tuyau de plomb dont la surface a été grattée, rayée pour pouvoir faire accrocher la soudure (photo M. Veyrat, Château de Versailles)..... 232

Figure 101 : Différence de coloration entre une feuille de plomb foncée et la zone soudée beaucoup plus claire (photo M. Veyrat, Château de Versailles) 233

Figure 102 : Dalot de plomb ouvert sur une partie de sa longueur, au niveau de la zone de soudure du repli de la feuille, Num 348, épave de Natière 1 la *Dauphine*, 1704 (photo M. Veyrat) 233

Figure 103 : Antoine Bézos en train de réaliser un prélèvement de plomb sur un des lingots des épaves *Ariane et Andromaque,* 1812 (photo M. Veyrat, dépôt archéologique du DRASSM, SRA, Nantes) 241

Figure 104 : Pr 149 – lingot marqué LIVERPOOL (Dépôt DRASSM, SRA de Nantes, photosM. Veyrat) 241

Figure 105 : Pr 171 – lingot de la *Boussole*, prélevé sur son plat-bord faute de pouvoir le déplacer (dépôt du Musée National de la Marine, Paris, photo M. Veyrat) 241

Figure 106 : Découpe et pesée d'échantillon d'environ 2mg de plomb (LPG, université de Nantes, photos M. Veyrat) 242

Figure 107 : Bécher en Téflon PFA et son capuchon employés pour dissoudre les échantillons de lingots de plomb (LPG, université de Nantes, photo M. Veyrat) 242

Figure 108 : Mise en solution des prélèvements, sous hotte et avec équipement complet de protection. Emploi d'une pipette pour l'ajout des acides (LPG, université de Nantes, photos M. Veyrat) 242

Figure 109 : Schéma de fonctionnement de l'appareil ICP-MS et photo de l'installation de l'appareil au sein du LPG, université de Nantes (Iramis.cea.fr et site web du LPG) 243

Figure 110 : Diagrammes présentant les rapports entre Bi et Sn, Ag et Sb sur les divers échantillons et notamment les différences suivant la profondeur du prélèvement en pointillés (Données et réalisation Antoine Bézos, LPG, Université de Nantes) 249

Figure 111 : Schéma de la décomposition de la matière jusqu'à sa plus petite unité, à savoir l'atome et présentation de son noyau (acro.eu.org) 252

Figure 112 : Graphiques présentant la répartition des mesures isotopiques effectuées sur les lingots sélectionnés. Apparaissent en bleu le groupe 1 avec le lingot du *Cadix*, en rouge le groupe 2 contenant les lingots de la *Boussole* et des Grands Cardinaux et enfin en orange le groupe 3 avec les lingots issus du site de Men Garo 1 et des épaves *Ariane et Andromaque* (données Emmanuel Ponzeverra, IFREMER, Brest, graphiques personnels) 256

Figure 113 : Carte des âges modèles de galènes et de mines européennes (Delile *et al.*, 2014 fig. S4, p. 4) 260

Figure 114 : Carte illustrant la répartition des valeurs du rapport k, calculé dans les galènes et mines européennes (Delile *et al.*, 2014 fig. S4, p. 4) 261

Figure 115 : Graphique des rapports kappa en fonction des âges modèles (Ma) des minerais bruts inventoriés dans la base de données OXALID, ainsi que des données françaises et espagnoles supplémentaires. Les données des lingots analysés au cours de cette thèse sont aussi représentés (données OXALID, Trincherini 2001, Arribas 1994 et Nesta 2011, réalisation personnelle) 262

Figure 116 : Graphique représentant les lingots suivant leur âge modèle et leur rapport kappa (graphique Antoine Bézos, LPG, Université de Nantes)..... 263

Figure 117 : Graphique confrontant les valeurs en âge modèle et en k pour les galènes anglaises et les lingots analysés (Graphique Antoine Bézos, LPG, Université de Nantes) ... 265

Figure 118 : Graphiques illustrant la corrélation entre les âges modèles et les rapports k des galènes des régions du Cheshire, du Derbyshire et de l'Avon en Angleterre avec les échantillons des lingots de Men Garo 1 (Graphiques Antoine Bézos, LPG, Université de Nantes) 266

Figure 119 : Carte présentant la répartition chronologique des épaves contenant du plomb au niveau européen, XVIe-XIXe siècles (réalisation personnelle) 271

Figure 120 : Carte présentant la répartition chronologique des épaves contenant du plomb au niveau mondial, XVIe-XIXe siècles (réalisation personnelle)..... 272

Figure 121 : Carte illustrant la répartition des quantités des saumons de plomb sur le littoral français, XVIe-XIXe siècles (réalisation personnelle)..... 274

Figure 122 : Carte de la répartition mondiale des quantités de saumons de plomb, XVIe-XIXe siècles (réalisation personnelle) 275

Figure 123 : Répartition des plombs en table retrouvés sur le littoral français, XVIe-XIXe siècles (réalisation personnelle) 276

Figure 124 : Répartition des quantités de balles de plomb sur le littoral français, XVIe-XIXe siècles (réalisation personnelle) 277

Figure 125 : Répartition des quantités de dalots retrouvés sur le littoral français, XVIe-XIXe siècles (réalisation personnelle) 279

Figure 126 : Carte présentant la répartition des quantités de plombs de sonde retrouvés sur le littoral français, XVIe-XIXe siècles (réalisation personnelle) 279

Figure 127 : Graphique représentant le nombre d'épaves selon la cause de leur naufrage, XVIe-XIXe siècle (graphique personnel)..... 281

Figure 128 : Carte des causes de naufrage des épaves inventoriées dans le SIG, XVIe-XIXe siècles (réalisation personnelle) 282

Figure 129 : Répartition du nombre d'épave selon leur date de naufrage, XVIe-XIXe siècles (graphique personnel) 283

Figure 130 : Cartes de la répartition des causes des naufrages par période chronologique. De gauche à droite et de haut en bas : a-XVIIe, b-XVIIIe, c-XIX-XXe siècles et d-période moderne (réalisations personnelles) 286

Figure 131 : Mosaique d'artefacts en plomb dans leurs contextes de découverte. De gauche à droite et de haut en bas : date inscrite sur un lingot du site de Penhors, Finistère / dalot encore inséré dans le bordé de la *Dauphine*, 1704 / dalot mis au jour sur le *Rhône*, 1790 / prélèvement de balles de plomb sur *L'Aimable Grenot*, 1749 / fagot de barres de plomb sur le site Aresquiers 8, XIXe-XXe / lot de conduits en plomb sur le site d'Aber Wrach' 2, fin XVIIe-deb XVIIIe (photos D. Metzger/ H. Priol / T. Seguin / T. Penot / base Atlas Adramar) 289

Figure 132 : Schéma de la nomenclature d'un saumon de plomb lors de sa coulée et une fois démoulé (réalisation personnelle) 293

Figure 133 : Retrait de matière sur la longueur de la base du lingot lors de son refroidissement, Num 488, épave du *Zuiddorp*, Australie, 1712 (photo Western Australian Museum) 294

Figure 134 : Planche typologique proposée pour le classement des lingots découverts sur l'épave du *Zuiddorp*, 1712, Australie (Van Duivenvoorde *et al.*, 2013, figures 6 et 7 p. 157) 295

Figure 135 : Dessins des lingots remontés de l'épave de *Poompuhar*, XVIIIe siècle, Inde (Dessin S. B. Chitari dans Tripati *et al.*, 2003, fig. 12, p. 233) 296

Figure 136 : Graphique présentant la distribution des rapports longueur/largeur des lingots suivant leur rapport longueur/épaisseur (réalisation personnelle) 302

Figure 137 : Graphique présentant la distribution des masses des lingots suivant leur rapport longueur/largeur (réalisation personnelle) 303

Figure 138 : Lingot découvert sur le site des Grands Cardinaux au Croisic, XIXe siècle, possédant un plat-bord, Num 190 (photo M. Veyrat) 307

Figure 139 : Histogrammes présentant la répartition des lingots des types I et II selon leurs rapports longueur – largeur (a), longueur – épaisseur (b) ou encore suivant leurs masses (c) (réalisations personnelles) 310

Figure 140 : Planche morphologique présentant les lingots parallélépipédiques à section demi-circulaire, sans plat-bord (compilation personnelle, dessins de publication et personnels) ... 311

Figure 141 : Détail de l'inscription symbolique en forme de cercle et de croix, répétée sur tous les lingots de la *Boussole*, 1788. Ici il s'agit du lingot Num 70 (photo M. Veyrat, musée de l'Histoire Maritime de Nouvelle-Calédonie) 312

Figure 142 : Marques symboliques faisant office de signatures de marchands (AD 44, 3E-143, 1565 et AD 44, Minutes Naudin, 1563) 313

Figure 143 : Lingots issus de la *Boussole,* face supérieure et inférieure a) avec plat-bord, Num 173 et b) sans plat-bord, Num 172 (dessins personnels) 316

Figure 144 : Croquis des lingots découverts par les frères Luneau sur le site du Coq de l'Iroise, non daté (dessin Luneau) 317

Figure 145 : Planche morphologique des lingots de plomb parallélépipédiques à section demi-circulaire, avec plat-bord (compilation personnelle, dessins de publication et personnels) .. 318

Figure 146 : Inscriptions 46 et D sur la face plane inférieure du lingot découvert sur les Grands Cardinaux au Croisic, marqué « BAGILLT … » sur sa face supérieure, Num 190 (photos M. Veyrat) 319

Figure 147 : Lingots de plomb marqués « BAGILLT WORKS NEWTON LYON & C° LIVERPOOL » sur leur face supérieure (dessin Bright, 1977, figure 46 et photos des frères Luneau, M. Veyrat, M. Guéroult et J.-M. Ériau) 321

Figure 148 : Publicité pour l'usine Newton, Keates & Co située à St Helens dans le Lancashire, Angleterre, publiée en 1876 dans le *Worral's Directory of Warrington* (http://www.gracesguide.co.uk/Newton,_Keates_and_Co) 322

Figure 149 : Lingot estampillé BAGILLT WORKS NEWTON LYON & Co LIVERPOOL, découvert sur le site de Villefranche 1, la *Lomellina*, 1516 (photo Luc Long, DRASSM) ... 323

Figure 150 : Lingot de plomb d'Espagne, de forme parallélépipédique, de section demi-circulaire et présentant deux plat-bords et l'estampille FIGUEROA, Num 563 (photo M. Veyrat) 324

Figure 151 : Lingot provenant du *Cadix*, parallélépipédique à section demi-circulaire et avec plat-bords ; marqué « LOS TRES AMIGOS », Num 389 (photo DRASSM) 324

Figure 152 : Lingot provenant du *Cadix*, parallélépipédique à section demi-circulaire et avec plat-bords ; marqué « LOS TRES AMIGOS », Num 389 (photo M. Veyrat) 325

Figure 153 : Histogrammes présentant la répartition des lingots de type III et IV selon leurs rapports longueur – largeur (a), longueur – épaisseur (b) et suivant leurs masses (c) (réalisations personnelles) 328

Figure 154 : Planche morphologique des lingots parallélépipédiques à section trapézoïdale enregistrés dans le corpus, types III et IV (compilation personnelle, dessins de publication et personnels) 329

Figure 155 : Profils de deux lingots d'Arles 1, ou l'épave supposée de la *Galère de Livourne*, 1714 (photo DRASSM)..... 330

Figure 156 : Lingots de type III, découverts sur l'épave du *Gran Grifon*, 1588, en Ecosse et présentant une forme rectangulaire, peu épaisse, percée en son centre, Num 160 (photo Shetland Museum)..... 331

Figure 157 : Lingot découvert sur le site de Men Garo 1, supposément le *Fougueux*, 1696, Num 175 et lingots provenant de *L'Adelaar,* 1728 (photo M. Veyrat et Martin, 2005, p. 179-210)..... 333

Figure 158 : Détail de la face inférieure du lingot Num 175 découvert sur Men Garo 1. La date 1697 apparait dans un cartouche carré (photo T. Boyer, Adramar) 334

Figure 159 : Histogrammes présentant la répartition des lingots de type V selon leurs rapports longueur – largeur (a), longueur – épaisseur (b) ou encore suivant leurs masses (c) (réalisations personnelles) 336

Figure 160 : Vue du profil en demi-coque du lingot découvert sur le site de Pen Azen 1, XVIe siècle, Num 147 (photo Frédéric Osada, DRASSM) 336

Figure 161 : Planche morphologique des lingots en forme de demi-coque, à section triangulaire (dessins E. Veyrat et personnels) 338

Figure 162 : Dessins des lingots découverts sur les sites de Punta Restelos et Punta Carballeira en Espagne (Dessin Xunta de Galicia, conseiller culturel) 340

Figure 163 : Lingots demi-coques présentant les mêmes types de marques : croix, barres verticales associées ou non à des initiales. De haut en bas : a) Num 147, Pen Azen 1, XVIe siècle, b) Num 170, lingot isolé, Ille et Vilaine et c) Num 546, Punta Restelos, 1596 (photos F. Osada, DRASSM, M. Veyrat et nauticalarch.org)..... 341

Figure 164 : Détail des inscriptions portées sur la face inférieure des lingots larges en forme de demi-coques, découverts respectivement sur le site de Pornichet 1, 1656, Num 151 et de Punta Restelos, 1596, au Portugal, Num 546 (photos Arc Antique et Joe Casaban)..... 342

Figure 165 : Lingot demi-coque de Pornichet 1, 1656, présentant des enfoncements destinés au passage de liens, Num 151 (photos Arc Antique) 343

Figure 166 : Pesée des lingots provenant du site du *Kennemerland* 1664, iles de Skerries, Royaume-Unis (photo Price *et al*., 1980, figure 3, p. 9) 344

Figure 167 : Deux lingots de plomb plano-convexes, découverts au large de Saint-Gilles-Croix de Vie (photo B. de Maisonneuve) 346

Figure 168 : Lingot d'étain de forme circulaire découvert sur l'épave de *Roscoff* en Bretagne, IIIe-IVe siècles, exposé dans le cadre de l'exposition Mémoire à la mer, Mai 2016, à Marseille (photo M. Veyrat)..... 347

Figure 169 : De gauche à droite, face inférieure du lingot Num 180 de Saint-Gilles-Croix de Vie et de ses inscriptions : une étoile, des stries, un cercle et huit symboles CM, puis idem pour le lingot Num 181 : huit symboles de croissant de lune et un cercle (dessins Bernard De Maisonneuve) 347

Figure 170 : Plan de la répartition du mobilier sur l'épave Aanloop Molengat, 1635. Les lingots de plomb sont représentés en bleu, les barres de fer en gris (Maarleveld, 2012, p. 97) 349

Figure 171 : Lingots de plomb découpés découverts sur l'épave de l'Aanloop Molengat, 1635, aux Pays-Bas (photo P. Stassen dans Maarleveld, 2012, fig. 15, p. 113) 349

Figure 172 : Schéma du principe de découpe des lingots de l'épave Aanloop Molengat, 1635, Pays-Bas (dessin B. Voormolen dans Maarleved and Overmeer, 2012, figure 17, p. 115)... 350

Figure 173 : Classement typologique en 4 groupes des lingots découverts sur l'épave de l'Aanloop Molengat, 1635, Pays-Bas (dessin J. Nederlof dans Maarleveld, 2012, fig. 16, p. 113)..... 351

Figure 174 : Inscriptions portées par les lingots issus de l'épave Aanloop Molengat, 1635 (Maarleveld, 2012, fig. 18, p. 116)..... 352

Figure 175 : Lingots découverts sur l'épave du *Batavia*, 1629 (Van Duivenvoorde *et al*., 2013, figure 5, p. 156) 353

Figure 176 : Lingot de type VII présentant une extrémité rectiligne et une arrondie, épave du *Zuiddorp*, 1712, Num 484 (photo Western Australian Museum) 354

Figure 177 : Histogrammes présentant la répartition des lingots de type VII suivant leurs rapports longueur – largeur (a), longueur – épaisseur (b) ou d'après leurs masses (c) (réalisations personnelles) 356

Figure 178 : Planche morphologique des lingots ovales à section trapézoïdale (compilation personnelle de dessins de publications) 357

Figure 179 : Détail de la face inférieure marquée d'un lingot de l'épave de Blind Harbour, Irlande, XVIIe siècle, Num 210 (photo K. Brady) 358

Figure 180 : Marques recensées sur les lingots découverts sur l'épave du *Zuiddorp*, 1712 (dessin J. Stedman dans van Duivenvoorde *et al.*, 2013, figure 8, p. 160) 359

Figure 181 : Relevé des inscriptions portées par les lingots 53 et 69 du *Kennemerland*, 1664 (Price *et al*., 1980, fig. 11, p. 19)..... 360

Figure 182 : Lot de deux fagots de barres de plomb retrouvées sur l'épave des Aresquiers 8, XIXe-XXe siècles, Num 421 (photo Thierry Penot)..... 361

Figure 183 : Dessin des lingots provenant de *L'Albion*, 1765, Angleterre, Num 162 (Redknap, 1990, fig. 4, p. 25) 362

Figure 184 : Barre de plomb vendue en ligne et annoncée comme découverte sur le site du *Modern Greece*, 1862, USA (http://www.horsesoldier.com/products/relics/9463)..... 363

Figure 185 : Planche typologique des huit types de lingots de plomb définis au cours de cette thèse (réalisation personnelle) 364

Figure 186 : Tableau récapitulatif des masses standardisées régionalement des saumons de plomb anglais (Tableau par Willies dans Needles Underwater Archaeology Group, 1985, table 2, p. 107)..... 370

Figure 187 : Saumons de plomb marqués par les mineurs (Lagardette, 1773, fig. 1ère, planche 1ère) 371

Figure 188 : Dessin d'un lingot découpé découvert sur le site d'Eurogeul aux Pays-Bas (dessin P. Leesen)..... 373

Figure 189 : Plombs en table aplatis découverts sur l'épave de la *Boussole,* 1788, Vanikoro, Num 305 et 306 (Réserves du Musée National de la Marine, Paris, photo M. Veyrat)..... 376

Figure 190 : Deux plombs en table de section circulaire, BAT 3832 et 3833 découverts sur l'épave du *Batavia*, 1629, côte australienne, Num 495 (photos Western Australian Museum) 377

Figure 191 : Lots de plombs découverts sur le site Eurogeul 19 aux Pays-Bas dont, au centre, un plomb en table au centre. En dessous, un dessin de ce plomb (photo T. Maarveled dans Tripati, 2003, fig.13, p. 234 et dessin P. Leensen) 377

Figure 192 : Planches illustratives de l'intérieur d'ateliers de plombier et du stockage des plombs en table, a) et b) en position verticale et c) allongés les uns sur les autres. (Dessins dans a) Lagardette, 1773, planche 1ère, b) Bertrand, 1781, planche 1ère et c) Inconnu, XVIIIe, planche 1ère)..... 379

Figure 193 : Schéma de l'enroulement d'une feuille de plomb en plomb en table et description des liens entre les différentes mesures de chaque morphologie (réalisation personnelle) 381

Figure 194 : Planche morphologique regroupant les différents plombs en table dessinés au cours de cette thèse (dessins personnels et M.N. Baudrand, ADRAMAR) 382

Figure 195 : Graphique présentant la répartition des épaisseurs des plombs en table du corpus selon leur longueur (personnel)..... 384

Figure 196 : Graphique présentant la répartition des longueurs estimées des tables de plomb déroulées suivant l'épaisseur de leur feuille (réalisation personnelle)..... 385

Figure 197 : Schéma du doublage en plomb de la *Lomellina*, 1504-1509 (Guéroult, 1990, fig. 3 et 4)..... 390

Figure 198 : Relevé à l'échelle 1 sur film polyane d'une plaque de plomb découverte à l'avant de l'épave de la *Lomellina*, 1504-1509 (relevé fourni par Max Guérout) 391

Figure 199 : Tableau présentant les résultats des analyses en éléments traces présents dans le mobilier en plomb de la *Lomellina*, 1504-1509 (tableau présenté par le GRAN sur le site internet : http://archeonavale.org/lomellina/fr/l_17.html#_ftn9) 391

Figure 200 : Plan de la carène du *Mauritius*, 1609 sur lequel on aperçoit le doublage en plomb de la coque sur la gauche (L'Hour *et al*., 1989, fig. 1, p. 66)..... 394

Figure 201 : Feuille de plomb recouvrant une partie du bordé, épave du *Mauritius*, 1609 (photo F. Osada, DRASSM) 395

Figure 202 : Renfort de l'étambot par une feuille de plomb, fléchée ici en rouge, sur l'épave du Port de l'Amirauté, XVIIIe siècle, Corse (Alfonsi, Brandon et Joncheray, 2009, p. 175) 400

Figure 203 : Feuille de plomb recouvrant encore une partie du bau 117 de l'épave de la *Jeanne Elisabeth*, 1755 (photo DRASSM) 401

Figure 204 : Coque renforcée par des plaques et bandes de plomb (photo M. Veyrat, Agence du Patrimoine Culturel de l'Archéologie sous-marine, Pays-Bas) 404

Figure 205 : Lot de plaques et de bandes de plomb de morphologies très variable ayant servi au calfatage et renfort des coques des épaves de la bataille de la Hougue, 1692 (photo P. Foliot – CCJ/CNRS)..... 405

Figure 206 : Répartition des largeurs des feuilles de plomb prêtes à l'emploi suivant leur longueur respective (réalisation personnelle)..... 408

Figure 207 : Planche morphologique présentant les feuilles de plomb identifiées comme réserves à bord (composition et dessins personnels)..... 409

Figure 208 : Lot de quatre feuilles de plomb préparées à l'aide d'étoupe et servant de réserve au calfat sur la *Dauphine*, 1704, Num 280 ou Nat 695 (photos M. Veyrat et E. Veyrat) 411

Figure 209 : Ustensiles du calfat découverts dans le carré H23 sur l'épave de la *Dauphine*, 1704. Au premier plan, outil en plomb emmanché Nat 141,lot de feuilles de plomb préparées avec étoupe Nat 695, casier Nat 113, et plomb en table Nat 411 (photo F. Osada, NAT99_SM0007)..... 413

Figure 210 : Calfat en train de réparer une voie d'eau, pendu par sa selle de calfat par-dessus bord. On note la présence de renfort de feuilles métallique sur la ligne de flottaison (Fatio dans Pacini, 1843, p. 122) 413

Figure 211 : Recueil consacré à la construction navale et à la navigation, rédigé autour de 1690 : quantité en livres de clous à plomb embarqués suivant le rang du vaisseau (SHD Vincennes, MS 158A, 1690, folio 224v) 415

Figure 212 : clous à plomb, utilisés pour fixer le doublage en plomb sur l'épave du *Coureur*, 1821, ile Maurice (photos M. Veyrat, Musée Maritime de Mahebourg) 415

Figure 213 : Chaudron de pompe positionné sur la base du tuyau de pompe de cale, épave supposée de la *Loire*, 1809, site d'Anse à la Barque, Guadeloupe (photos P. Villé et J. S. Guibert) 417

Figure 214 : Niffles situées sur la base d'un tuyau de pompe (dessin Juan José Navarro, *Album del Marques de la Victoria*, 1719-1756 dans Boyer, 2008, fig. 2.2.13, p. 32) 418

Figure 215 : Planche morphologique des chaudrons de pompe inventoriés (dessins personnels) 419

Figure 216 : Chaudron de pompe circulaire près du pied de la pompe et détail, la *Loire*, 1809, Anse de la Barque, Guadeloupe (photos Bernard Vincens) 420

Figure 217 : Filtre en plomb de la jarre de la *Sainte Dorothéa*, 1693, Num 565 (photo M. Veyrat) 421

Figure 218 : Chaudron de pompe découvert sur l'*Adelaar*, Ecosse, 1728, Num 465 (photo par Colin) 421

Figure 219 : Disque en plomb percé découvert sur le *Coureur*, 1821, Num 513 (photo M. Veyrat) 422

Figure 220 : Chaudrons de pompes circulaires présentant, a) des pattes rectangulaires pour Omonville-la-Rogue, XVIIIe, Num 260 et b) allongées aux extrémités triangulaires sur *L'Astrolabe*, 1788, Num 1788 (photos base de données Atlas, Adramar et T. Seguin) 423

Figure 221 : Haut : Chaudrons de pompe découverts sur le *Machault*, 1760, Num 529 et 530. Bas : exemplaire provenant de l'épave C des épaves de la Hougue, 1692, Num 499 (photos M. Veyrat) 424

Figure 222 : Chaudron de pompe provenant de l'épave du *Ca Ira*, 1796, Num 422 (photo M. Veyrat 424

Figure 223 : Chaudron de pompe réalisé dans une seule feuille de plomb, avec des pattes triangulaires, issue du *Soleil Royal*, 1759, Num 552. (photo base Atlas ADRAMAR) 425

Figure 224 : Vue en coupe d'un dalot traversant la muraille d'un navire pour évacuer l'eau tombant sur le pont (Boyer, 2010, p. 37) 428

Figure 225 : Dalot découvert sur *L'Edmond Alix*, 1870, détail de la collerette de fixation ovale et des clous à plomb encore présents (photos M. Veyrat, Dépôt DRASSM SRA de Nantes) 429

Figure 226 : Schéma d'un dalot soudé et sa nomenclature (réalisation personnelle) 430

Figure 227 : Dalots encore en place et traversant le bordé de l'épave de la *Dauphine*, 1704 (photos T. Seguin, ADRAMAR, NAT04_SM1234, NAT05_SM0516 et NAT05_SM0828) 431

Figure 228 : Plan de la de la répartition des conduits de plomb, dalots et écubiers, découverts sur le site de la *Dauphine*, 1704 (Plan E. Veyrat 2008, reprise personnelle 2014)..... 432

Figure 229 : Collerette de fixation découverte isolée sur l'épave du *Golden City*, ex *Challenge*, 1877, Num 376 (photo M. Veyrat, dépôt DRASSM SRA Nantes)..... 433

Figure 230 : Planche morphologique des dalots inventoriés et dessinés au cours de cette thèse (dessins personnels, publications et M. N. Baudrand, ADRAMAR)..... 435

Figure 231 : Dalots (1-3) et conduit sanitaire (4) découverts sur l'épave du *Dartmouth*, en Ecosse, 1690 (Martin, 1978, fig. 28, p. 52)..... 436

Figure 232 : Dalot n°216 découvert sur le CSS *Alabama*, 1864 (Guéroult, 2000, figure 21, p. 25)..... 437

Figure 233 : Graphique de la répartition exponentielle des diamètres externes des tuyaux de dalot suivant leur longueur maximale retrouvée (réalisation personnelle) 440

Figure 234 : Graphique de la répartition des épaisseurs du plomb constituant les dalots suivant leur longueur maximale conservée (réalisation personnelle)..... 440

Figure 235 : Exemples de morphologies de dalots variant au sein d'une même épave. a) épave du *Soleil Royal*, 1759, Num 358 et 356 et b) épave de *L'Edmond Alix*, 1870, Num 364 et Num 365 (photos M. Veyrat et base de données Atlas Adramar)..... 442

Figure 236 : Gravure extraite de l'*Hydrographie* du père Fournier, décrivant un navire français du XVIIe siècle sur lequel est représenté un écubier, 1667 (Fournier, 1667)..... 443

Figure 237 : Deux écubiers, trouvés tête bêche sur le site d'Aber Wrach' 2, XVIIe-XVIIIe siècle (photo T. Seguin) 445

Figure 238 : Photo de détail des deux tuyaux reliés à la caisse en plomb, site d'Aber Wrach'2, artefact 3726ABW229 (photo M. Veyrat) 446

Figure 239 : Etapes de la pose d'un écubier sur le modèle au 1/36 du vaisseau le *Gros Ventre*, 1766 (réalisation et photos Gérard Besson, http://5500.forumactif.org/t671p575-modele-le-gros-ventre-au-1-36-par-g-besson)..... 447

Figure 240 : Illustration de l'usage de banc d'aisance sur une poulaine d'un navire du XVIIIe siècle (http://www.pirates-corsaires.com)..... 449

Figure 241 : Siège d'aisance en bois mis au jour sur la poulaine du *Vasa*, 1628 (photo G. Ilonen dans Simons III, 1998, fig. 4.4.) 450

Figure 242 : Exemple d'un tuyau de plomb servant à éclairer le navire sur l'épave du CSS *Alabama*, 1864 (Guérout, 2000, figure 38, p. 42) 453

Figure 243 : Tuyau de commodité retrouvé sur le CSS *Alabama,* 1864 (photo M. Blanc dans Guéroult, 1990, photo 1, p. 9) 453

Figure 244 : Cuillère et moule pour réaliser des balles de plomb (http://woodsrunnersdiary.blogspot.fr/2013/11/research-small-bar-lead-for-making-shot.html) 456

Figure 245 : Moule en pierre contenant encore des balles de plomb en cours d'élaboration, découvert sur la *Lomellina*, 1516 (Guérout, 1984, photo 17 des annexes) 457

Figure 246 : Lot de balles de plomb découvertes sur *L'Aimable Grenot*, 1749, Num 235. Relief du jet encerclé et soufflure désignée par une flèche (photo M. Veyrat) 458

Figure 247 : Moules pour balles de plomb et boulet ramé, découvert sur l'épave du *San Diego*, 1600 (Carre, Desroches, Goddio et Giordan, 1994, p. 200) 459

Figure 248 : Pinces-balles époque moderne et dessin d'un pince-balle avec sa production de balles en série, reliées les unes aux autres par le surplus de plomb lors de la coulée (http://paras.forumsactifs.net/t1632-cartouche-chassepot et https://experiencearcheologiepublique.wordpress.com/lartefact-mystere/) 460

Figure 249 : Moule à balles, en cuivre découvert sur l'épave du *Hollandia*, 1743 (dessin et photo Gawronski, 1992, p. 276) 460

Figure 250 : Balle de plomb écrasée découverte sur le gisement C des épaves de la bataille de la Hougue, Tatihou, 1692 (photo M. Veyrat) 461

Figure 251 : Tableau récapitulatif de la correspondance entre les calibres, les masses et les diamètres réels des balles de plomb (MOYON, 2015, Fig. 38, p. 28) 462

Figure 252 : Grappe de raisin contenant encore des balles de plomb stockées à l'intérieur et découvert sur l'épave de *L'Alcide*, 1747 (photo base de données Atlas, ADRAMAR) 463

Figure 253 : Tonneaux contenant les réserves de munitions du navire la *Belle*, Texas, 1684 (photo Brad Jones) 464

Figure 254 : Plan du site de la *Belle*, 1684, et répartition des tonneaux de balles de plomb en orange (dessin Roland Panternuchl dans Bruseth and Turner, 205, p. 96) 465

Figure 255 : Tonneau contenant des balles de plomb sur l'épave de *L'Amsterdam*, 1749 (dessin R. Hulst et photo J. Lawrence dans Marsden, 1986, fig. 8, p. 84) 466

Figure 256 : Plan de distribution des activités et des artefacts à bord de *L'Amsterdam*, 1749. Le tonneau a été retrouvé en zone 5 (Gawronski, 1990, fig. 2, p. 55) 466

Figure 257 : Caisse en bois au centre de l'épave, et une fois sortie de l'eau, contenant l'ensemble des balles de plomb retrouvées sur le site de la *Sophia Albertina*, 1781 (photos P. Leensen et H. Schraal, RCE, dans Overmeer, 2012, illustrations 25 et 26, p. 32)..... 467

Figure 258 : Cargaison de tonneaux contenant des balles de plomb sur l'épave de Deltebre 1 en Espagne, 1813 (photos Gustau Vivar, CASC) 468

Figure 259 : Détail d'un tonneau contenant des balles de plomb et des marques peintes retrouvées dessus, épave de Deltebre 1, 1813 (Vivar, Geli et Nieto, 2014, figure 2, p. 281) 469

Figure 260 : Renfoncement dans l'architecture de la *Bayonaisse*, 1803, permettant le stockage direct des balles de plomb (photo Joe Casaban sur http://www.galicianshipwrecks.com/FinisterreShipWrecks/en/portfolio-view/bayonnaise/) 470

Figure 261 : Tireur portant autour de sa taille un certain nombre de gargousses (gravure de De Gheyn, 1607)..... 471

Figure 262 : Giberne contenant encore des balles de plomb, retrouvée sur les épaves de *L'Ariane et Andromaque*, 1812 (photo et dessin Association Ariane et Andromaque, 1998, p. 34)..... 471

Figure 263 : Giberne en cuir contenant des porte-gargousses en cuivre découvert sur l'épave du *Hollandia*, 1743 (dessin dans lexique Gawronski *et al.*, 1992, 25.2, p. 173) 472

Figure 264 : Plans des épaves de la Natière montrant la répartition des balles de plomb (plan E. Veyrat 2008, modification M. Veyrat 2014) 473

Figure 265 : Radiographie en 3D de la concrétion d'un pistolet, Nat 1214, découvert sur l'épave de la *Dauphine*, 1704 et présentant encore une balle de plomb chargée (base de données photographique des épaves de la Natière)..... 473

Figure 266 : Probable couvre-lumière découvert sur le Western English Channel (Dobson, 2010, p. 26)..... 476

Figure 267 : Canon de l'épave des Poulins XVIIIe siècle, sur lequel était encore présent son couvre-lumière à sa sortie de l'eau. Cet aménagement n'existe plus aujourd'hui (photo L. Le Tiec) 477

Figure 268 : Couvre-lumière découvert sur l'épave de *L'Alderney*, 1592 (photo Alderney Maritime Trust) 479

Figure 269 : Planche du manuscrit *Diccionario Desmostrativo* conservé au Musée Naval de Madrid sur laquelle on peut voir apparaitre les instruments d'artillerie présents à bord, dont un couvre-lumière présenté en détail sur la droite (Marques de la Victoria, 1756 (édition de 1995), p. 113) 480

Figure 270 : Inventaire du capitaine d'armes, et détail du numéro 20 : platine de canon (Boudriot, 1977, planche XXXX) 481

Figure 271 : Matelot remettant la platine sur la lumière du canon (Boudriot, 1977, volume 4, fig. 408, p. 127) 482

Figure 272 : Canon à poste dont la lumière est couverte par un couvre-lumière en plomb (Dessin L. Charpentier sur http://www.colleurs-de-plastique.com/) 482

Figure 273 : Détail d'un fragment de cordage tressé découvert inséré dans l'un des deux trous du couvre-lumière de la *Dauphine*, 1704, Num 304 (photo M. Veyrat) 483

Figure 274 : Planche morphologique regroupant les différents couvre-lumières identifiés d'une manière certaine et dessinés précisément (dessins personnels et M. N. Baudrand, Adramar) 485

Figure 275 : Couvre-lumière découvert sur le *De Braak*, 1798 (photo Schnitzer, 2012, figure 41, p. 112) 486

Figure 276 : Schéma de l'identification individuelle des pattes présentes et manquantes ainsi que de leurs côtés respectifs (Schnitzer, 2012, figure 6, p. 29) 487

Figure 277 : Dessins des différentes types de section des bords des couvre-lumières, réalisés par Laura Schnitzer dans son étude sur ceux du *Queen Anne's Revenge*, 1718 : uniface, biface et arrondi (Schnitzer, 2012, figure 5, p. 28) 488

Figure 278 : Marques d'outils portés par certains couvre-lumières du *Queen Anne's Revenge*, 1718. De gauche à droite : a) en pointe courbe sur l'artefact QAR 1269.000, b) en demi-lune sur QAR 3225.000 et c) forme en V sur QAR 1497.000 (photo Schnitzer 2012, figure 18, 23 et 29) 488

Figure 279 : Détail des incisions portées par le couvre-lumière Num 302 découvert sur la *Dauphine*, 1704 (photo M. Veyrat) 489

Figure 280 : Carte présentant la répartition des plaques de plomb et des plombs en table découverts sur la *Dauphine*, 1704, couplé avec la répartition des canons du navire, en vue d'identifier des couvre-lumières possibles (carte E. Veyrat, reprise personnelle) 490

Figure 281 : Couvre-lumière découvert sur la *Dauphine* et totalement replié sur lui-même, Num 296 (photo T. Seguin, Adramar) 491

Figure 282 : Positionnement du couvre-lumière Num 279 sur son canon supposé, Nat 1380, la *Dauphine*, 1704 (photos M. Veyrat) 493

Figure 283 : Essai du couvre-lumière Num 544 sur les canons Nat 1813 à gauche et Nat 1380 à droite, la *Dauphine*, 1704 (photos M. Veyrat) 493

Figure 284 : Essai du couvre-lumière Nat 662, sur les canons Nat 1813 à gauche et Nat 1830 à droite, la *Dauphine*, 1704 (photos M. Veyrat) 494

Figure 285 : Couvre-lumière avec ses quatre pattes créées par trois fentes, la *Dauphine*, 1704, Num 301 (photo M. Veyrat)..... 494

Figure 286 : Essai du couvre-lumière Nat 1861 sur les canons Nat 1813 à gauche et Nat 1380 à droite, la *Dauphine*, 1704 (photos M. Veyrat) 495

Figure 287 : a) rappel de la morphologie du couvre-lumière du De Braak à titre comparatif (cf supra) et b) Détail de "Under the Pallas' Half-Deck" réalisé par Gabriel Bray et montrant le même type de couvre-lumière fixé sur un canon (illustration fournie par le National Maritime Museum, Greenwich, Londres)..... 496

Figure 288 : Couvre-lumière à 3 pattes, dont une en queue d'aronde, épave du *De Liefde*, 1711 (photo donnée par le Shetland Museum, Angleterre) 497

Figure 289 : Pistolet et sa platine en vente à la date du 10/06/2016 sur un site d'enchères en ligne (photo Delcampe.fr) 502

Figure 290 : Lot de couvre-platines découverts sur les épaves *Ariane et Andromaque*, 1812, et détail de deux d'entre eux, enregistrés sous le numéro 257 (photos M. Veyrat) 503

Figure 291 : Caronades, de 30 et de 12, équipées de leur couvre-lumières spécifiques (dessins Louis Morel Fatio, planche 10 et ouvrage France Maritime, p. 30)..... 504

Figure 292 : Couvre-platine pour caronade découvert sur l'épave du *Pomone*, 1811, portant une broad arrow ainsi que les mentions du calibre de la pièce d'artillerie (Schnitzer, 2012, figure 12, p. 72) 505

Figure 293 : Couvre-platine de caronade, découvert de manière isolée, portant des inscriptions, non daté, Num 566 (photos M. Veyrat, dépôt DRASSM SRA Nantes)..... 506

Figure 294 : Feuilles de plomb identifiées comme des couvre-platines de caronade provenant de l'épave du *Marlborough*, 1800. De gauche à droite : a) Num 333, lettres « ONADE » visibles et chiffres sur un côté et b) Num 332, avec *broad arrow* et le chiffre 24, sur sa bande de plomb plat (photos base de donnée Atlas, ADRAMAR) 507

Figure 295 : Couvre-platine de caronade découvert sur le site des Grandes Barges, XVIIIe-XIXe siècle, Num 567 (photos Michel Rolland dans rapport de fouille 2007, p. 19)..... 508

Figure 296 : Couvre-platine de caronade mis au jour sur le site du Plateau de la Banche, XIXe ?, Num 258 (photo M. Veyrat, dépôt DRASSM SRA Nantes)..... 508

Figure 297 : Lot de poids de filets de pêche (ovoïdes et tubulaires) retrouvés sur les épaves de la bataille de la Hougue, 1692 (photo P. Foliot, CNRS, DRASSM, musée maritime de l'ile de Tatihou) 510

Figure 298 : Poids de ligne de pêche découverts sur la *Dauphine*, 1704, Saint-Malo. De gauche à droite Num 36, 37 et 35 (photos T. Seguin, Adramar) 511

Figure 299 : Détail du remplissage interne visible au sommet du poids de pêche de Men Garo 1, épave supposée du *Fougueux*, 1696, Num 543 (photo M. Veyrat)..... 512

Figure 300 : Lot de poids de seine tubulaires, de diverses taille et morphologie, issu du gisement E de la bataille de la Hougue, 1692 (photo M. Veyrat, musée maritime de l'ile de Tatihou) 514

Figure 301 : Poids de seine et de ligne de pêche retrouvés sur l'épave Aber Wrach 1, XVe siècle (photos Atlas ADRAMAR)..... 515

Figure 302 : Filet de pêche contemporain, lesté par des poids en plomb (photo E ; Veyrat prise à Terre Neuve)..... 515

Figure 303 : Planche morphologique des pesons de section octogonale inventoriés au cours de cette thèse (dessins et composition personnelle)..... 520

Figure 304 : Planche morphologique des pesons de section carrée inventoriés au cours de cette thèse (dessins et composition personnels) 520

Figure 305 : Planche morphologique témoignant de la diversité des pesons de section circulaire (composition personnelle, dessins personnels et publications)..... 521

Figure 306 : Marques de masse symboliques : a) incisions sur des pesons en plomb de différentes masses, épaves de la bataille de la Hougue, 1672, Num 381, 382 et 392 et b) trous sur le peson du *Soleil Royal*, 1759, Num 43 (photo Musée Maritime ile de Tatihou et M. Veyrat)..... 523

Figure 307 : Pesons dont la masse est indiquée en chiffres romains : a) Poids octogonal marqué d'un X et de fleurs de lys, et trace d'un anneau de suspension inséré, la *Boussole*, 1788, Num 48 et b) Poids rectangulaire marqué du chiffre XXV, de fleurs de lys et présence de trou pour anneau de suspension, épave de la Hougue, gisement F, 1692, Num 400 (photo T. Seguin et Musée Maritime ile de Tatihou) 523

Figure 308 : Pesons dont le corps est en fonte et le sommet en plomb : a) Détail marque initales GL pour producteur de balance à Amsterdam Jan Gerrit Lourensz, pesons du *Banda*, 1615, Num 402 et 403 et b) Num 396 issu du *Mauritius*, 1609 (photos M. L'Hour, DRASSM et Y. Von Armin) 524

Figure 309 : Lot de pesons supposés avoir été associés à une base en fonte, épave du *Hollandia*, 1743 (dessins Gawronski, 1992, p. 453-455)..... 525

Figure 310 : Pesons provenant du *Kennemerland*, 1664 et du *De Liefde*, 1711, devant être associés à une base en fonte (photos Dobbs and Price, 1991, figure 12, p. 120 et photo site internet Shetland Museum) 525

Figure 311 : Poids d'apothicaire de 8 onces, épave de *L'Aimable Grenot*, 1749, Num 391 (photo T. Seguin, Adramar) 526

Figure 312 : Pesons en cône découverts sur le *Mauritius*, 1609 (photo M. L'Hour, DRASSM) 526

Figure 313 : Poids d'apothicaire découverts sur le *Hollandia*, 1743 d'une masse respective de 2, 1 et ½ drachmes (dessins dans catalogue Gawronski, 1992, p. 455) 527

Figure 314 : Lampes de plomb découvertes sur l'épave de *L'Elizabeth and Mary*, 1690, Canada à plusieurs stades de fabrication différents (photo M.-A. Bernier, Parcs Canada dans Parcs Canada, 1997, fig. 63, p.36) 530

Figure 315 : Lampes à huile du littoral français inventoriées, de gauche à droite et haut en bas : Num 128, fragments de lampe à huile découverte sur la *Dauphin*e, 1704 / Num 464, lampe triangulaire de *L'Aimable Grenot*, 1749 / Num 472, lampe carrée de l'épave supposée la *Charmante*, 1702 / Num 47 et 554, deux lampes circulaires découvertes dans l'Anse de Solidor, non datées (photos T. Seguin et M. Veyrat) 532

Figure 316 : Planche morphologique des lampes inventoriées et dessinées au cours de cette thèse (dessins Gawronski, Marsden, 1985, p. 103 et personnels) 533

Figure 317 : Détails des restes organiques découverts sur la lampe à huile de la *Dauphine*, 1704 avec à gauche des traces de graisse, et à droite, un cordage tressé, Num 128 (photos Arc Antique) 534

Figure 318 : Lampe à huile suspendue, présentée au Musée des Civilisations à Gatineau, Canada (photo M. Veyrat) 535

Figure 319 : Lampe à huile avec un système de suspension, épave de *L'Amsterdam*, 1749 (Marsden, 1985, p. 103) 535

Figure 320 : Fanal de la Basse du Boujaron dont la base est en plomb (photo J.-P. Génar) . 536

Figure 321 : Pied de bougeoir en cuivre avec un socle en plomb découvert sur *L'Astrolabe*, 1788, Vanikoro (photo V. Proner, Musée d'histoire maritime de Nouvelle-Calédonie dans Association Salomon, 2008, p. 292) 536

Figure 322 : Barres de marquage en plomb, épave du *Hollandia*, 1743 (dessin Gawronski, 1992, p. 462-463) 537

Figure 323 : Barres de plomb évidées, anciennement placées sur des baguettes de nettoyage des canons ? Epave du *Batavia*, 1629 (Green, 1989, p. 72) 538

Figure 324 : Canon miniature découvert de manière isolée dans l'Anse de Solidor, Saint-Malo, Num 561 (photos M. Veyrat) 538

Figure 325 : Canon miniature datant du XVII^{e} siècle et servant de marqueur du zénith du soleil, conservé au National Maritime Museum de Greenwich (Mc Bride *et al.*, 1975, fig. 10, p. 245)..... 539

Figure 326 : Deux canons miniatures en bronze découverts sur l'épave du *Prince de Conty*, 1746 (photos base Atlas Adramar)..... 540

Figure 327 : Poids en plomb de section rectangulaire, présentant à son sommet une poulie en bois, découvert sur le *Soleil Royal*, 1759, Num 234 (photos M. Veyrat)..... 541

Figure 328 : Marques de tirant d'eau en chiffres romains peintes sur la coque d'un navire moderne (photo The Globe and Mail Inc.)..... 542

Figure 329 : Marques de tirant d'eau métalliques clouées sur le doublage en cuivre du navire *HMS Investigator*, 1853 (photo Brett Seymour pour Parcs Canada) 543

Figure 330 : Deux marques de tirant d'eau retrouvées sur l'épave de *L'Hermione*, 1793. De haut en bas : chiffre VII fait de plusieurs bandes soudées ensemble (Num 214) et chiffre IV découpé dans une seule plaque de plomb (Num 213) (photos M. Veyrat) 544

Figure 331 : Marques de tirant d'eau provenant de la *Boussole*, 1788 : chiffres IX et IIIX (photos T. Seguin, Musée d'histoire maritime de Nouvelle Calédonie) 545

Figure 332 : Ecritoire réalisé avec un alliage de plomb présentant un cornet pour l'encre, un porte-plume, un contenant pour le sable et enfin un caisson pour ranger le canif pour tailler les plumes (photo Marc André Grenier, Ministère de la Culture, Canada) 547

Figure 333 : Encrier en plomb découvert sur le *Batavia*, 1629, numéro BAT 566 (dessin Green, 1989 p. 166) 547

Figure 334 : Planche morphologique des encriers inventoriés et dessinés au cours de cette thèse (dessins personnels et M.-N. Baudrand, ADRAMAR)..... 549

Figure 335 : Photos des encriers inventoriés : a) en forme de cœur, provenant de la Boussole, 1788, Num 432 et b) de gauche à droite, encriers de forme carrée, découverts sur le site de l'épave des Poulins, XVIIIe siècle, Num 418, sur l'épave de la *Dauphine*, 1704, Num 470, et sur le site de Leach Bras, XVIIIe siècle, Num 471 (photos M. Veyrat et T. Seguin, Adramar) 550

Figure 336 : Encrier en plomb avec un couvercle à vis à son sommet, épave du *Campen*, 1627, Num 525 (Needles Underwater Archaeology Group, 1985, figure 22, p. 26) 551

Figure 337 : Encrier de forme carrée découvert sur le *Batavia*, 1629, numéro BAT 7065 (dessin Green, 1989, p. 167) 551

Figure 338 : Portefeuille écritoire du chevalier Louis Henri René Meynadier, datant du premier-empire autour de 1810 (photo http://www.bertrand-

malvaux.com/p/15390/portefeuille-ecritoire-du-chevalier-louis-henri-rene-meynadier-premier-empire.html) 552

Figure 339 : Lot de deux boites à tabac découvertes sur l'épave de *L'Aimable Grenot*, 1745 (photos T. Seguin, Adramar) 553

Figure 340 : Tableau de Frans Van Mieris II, le vendeur de poisson, sur lequel on voit apparaitre une boite ovale servant de boite à tabac, d'après la pipe posée juste devant (Frans Mieris le Jeune, 1747) 553

Figure 341 : Ancre miniature découverte sur l'épave de la *Boussole*, 1788, Num 450 (photo M. Veyrat) 555

Figure 342 : Ancre miniature avec son jas issue de l'Anse de Saint Gervais, non datée, Num 568 (photo musée d'Istres) 555

Figure 343 : Pendentif en forme de croix, à l'effigie humaine, découverte de manière isolée dans l'anse de Solidor, Num 564 (photo M. Veyrat) 556

Figure 344 : Dessins des jetons de jeux provenant du *Hollandia*, 1743 (Gawronski, 1992, p. 433-434) 557

Figure 345 : Disques en plomb percés ou incisés, de gauche à droite : découvert isolé dans l'Anse de Solidor, Sain-Malo, non daté / Num 516 découvert sur *L'Assemblée Nationale*, 1795 / Num 515, issu du *Saint Géran*, 1744 (photo M. Veyrat, D. David et Y. Von Armin) 558

Figure 346 : Disque en plomb percé d'un trou central rectangulaire, épave du *Speaker*, 1702, ile Maurice (photo Y. Von Armin) 559

Figure 347 : Disque en plomb avec de multiples trous et incisions, Num 517 issu du site de Leach' Bras, XVIIIe (photo T. Seguin, Adramar et dessin M. Veyrat) 559

Figure 348 : Rondelles de plomb inventoriées au cours de cette thèse. De gauche à droite : épave du *Banda*, 1615, Maurice, Num 442 / épave n°1 de Terre-Neuve, Canada, non daté, Num 524 / épave de *L'Auguste*, 1761, Canada, Num 541 et Num 542 / épave de la *Dauphine*, 1704, Num 217 (photos Y. Von Armin et M. Veyrat) 560

Figure 349 : Poids en plomb en forme de « fer à repasser » et troués à divers endroits, dont leur plateforme arrière, découverts respectivement sur a) la *Bellone*, 1814, Num 520, b) la *Jeanne Elisabeth*, 1755 et c) sur le *Zeewijk*, 1727, Num 518 et 519 (photos M. Veyrat et Western Australian Museum) 562

Figure 350 : Artefact de la Bellone présentant des stries sur son flanc et une pointe à l'arrière, Num 520 et comparaison avec la pointe de l'un des artefacts conservé au Centralne Muzeum Morskie à Gdansk (photo E. Veyrat et Centralne Muzeum Morskie) 562

Figure 351 : Récipients circulaires et ouverts. De gauche à droite : Num 99 issu de la *Boussole*, 1788 et Num 522 provenant du *HMS Shapphire*, 1696 (photos V. Proner et M. Veyrat)..... 564

Figure 352 : Boites dont le contenu nous est inconnu : a) boite rectangulaire sans fermeture, épave de la *Boussole*, 1788, Num 327 et b) boite circulaire avec couvercle et presse interne, *Slava Rossi*, 1780, Num 551 (photos M. Veyrat et DRASSM) 565

Figure 353 : Récipient en plomb de section carrée et présentant deux anses de suspension, découvert sur *L'Auguste*, 1761, conservé au sein des réserves de Parcs Canada (photo M. Veyrat)..... 565

Figure 354 : Composition de récipients en plomb de section carrée et pouvant être suspendus réalisées par Richard Larn. Ces artefacts proviennent des épaves suivantes : *Association* et *FireBrand*, 1707 / *Colossu*s, 1798 / *Schiedam*, 1694, toutes situées dans les îles Scilly..... 566

Figure 355 : Pièces en plomb non identifiées : a) épave du *Colombian*, 1865 et b) épave du Sirius, 1810 (photos M. Veyrat)..... 567

Figure 356 : Différents emmanchements de plomb découverts : a) site de Pierre des Portes, épave supposée de la *Charmante*, 1702, Num 553 et b) épave du *Soleil Royal*, 1759, Num 549 (photos M. Veyrat) 568

Figure 357 : Outil composite : manche en bois et feuille de plomb enroulée découvert sur la *Dauphine*, 1704 (photos T. Seguin et M. Veyrat)..... 569

Figure 358 : Bande de plomb enroulée avec trous de clous de fixation, épave de la *Boussole*, 1788, Vanikoro (photo Association Salomon, dans Association Salomon, 2008, p. 292) 572

Figure 359 : Plomb emmanché sur du bois, découvert sur *L'Auguste*, 1761, Canada (photos M. Veyrat, réserves archéologiques de Parcs Canada) 572

Figure 360 : Manche en bois et feuille de plomb découvert sur *L'Aimable Grenot*, 1749 (photo T. Seguin, Adramar) 573

Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau récapitulant les quantités de chaque catégorie d'artefacts trouvés sur le littoral français ou à l'étranger, et pour lesquels la fiche inventaire est complète (tableau personnel) 27

Tableau 2 : Récapitulatif des biographies de chaque auteur ayant rédigé l'un des ouvrages recensé dans le dictionnaire historique présenté en volume II 48

Tableau 3 : Informations sur les saumons de plomb fournies par diverses sources écrites (réalisation personnelle) 156

Tableau 4 : Tableau recensant les informations connues sur les tables de plomb coulées ou laminées (réalisation personnelle) 166

Tableau 5 : Récapitulatif des quantités de plomb embarqué sur divers types de navire au XVIIIe siècle, d'après un document d'archive conservé au SHD de Vincennes, MS 540 (tableau personnel) 174

Tableau 6 : Tableau recensant synthétiquement les sites présentant des lots de lingots de plomb (réalisation personnelle) 206

Tableau 7 : Liste des artefacts en plomb embarqués sur la *Boussole* dans le port de Brest avant son départ en 1785, et des quantités représentées (réalisation personnelle, données AN Mar B4-318, 1785) 222

Tableau 8 : Comparaison des quantités de chaque type d'artefact de la *Boussole*, 1788, entre les données documentaires et archéologiques 223

Tableau 9 : Synthèse des différentes analyses menées sur du mobilier en plomb et recensées dans la bibliographie (tableau personnel) 236

Tableau 10 : Mesures en ppm des éléments traces recherchés dans les lingots sélectionnés par ICP-MS au LPG de l'université de Nantes (Données Antoine Bézos, mise en forme personnelle) 245

Tableau 11 : Tableau présentant les rapports isotopiques du plomb mesurés dans les échantillons prélevés sur les lingots sélectionnés (Données IFREMER Brest, mise en forme personnelle) 255

Tableau 12 : Recensement des études portant sur des cargaisons de lingots de plomb en contexte d'épaves datées et ayant fait l'objet de propositions typologiques 301

Tableau 13 : Valeurs extrêmes et moyennes de chaque type de lingots défini (réalisation personnelle) 306

Tableau 14 : Liste des lingots de type I ayant été inventoriés et recensés au cours de cette thèse (réalisation personnelle) 308

Tableau 15 : Liste des lingots de type II ayant été inventoriés et recensés au cours de cette thèse (réalisation personnelle) 315

Tableau 16 : Liste des lingots de type III ayant été inventoriés au cours de cette thèse (réalisation personnelle) 326

Tableau 17 : Liste des lingots de type IV ayant été inventoriés au cours de cette thèse (réalisation personnelle) 332

Tableau 18 : Liste des lingots de type V ayant été inventoriés et recensés au cours de cette thèse (réalisation personnelle) 337

Tableau 19 : Liste des lingots de type VI ayant été inventoriés au cours de cette thèse (réalisation personnelle) 345

Tableau 20 : Liste des lingots de type VII ayant été inventoriés et recensés au cours de cette thèse (réalisation personnelle) 354

Tableau 21 : Synthèse des caractéristiques des huit types de lingots définis au cours de cette thèse (réalisation personnelle) 363

Tableau 22 : Répartition chronologique des lingots de plomb recensés au cours de cette thèse, suivant leur appartenance à un type morphologique spécifique 365

Tableau 23 : Répartition des marques sur les lingots inventoriés (tableau personnel) 369

Tableau 24 : Récapitulatif des diverses dates découvertes incisées sur la base de lingots de plomb (réalisation personnelle) 372

Tableau 25 : Liste des plombs en table inventoriés au cours de cette thèse accompagnée de leurs dimensions et descriptions (réalisation personnelle) 375

Tableau 26 : Tableau récapitulatif des masses minimales, maximales et moyennes recensées pour chaque module de plombs en table (réalisation personnelle) 383

Tableau 27 : Répartition chronologique des plombs en table 385

Tableau 28 : Liste des épaves présentant un doublage en plomb de leur coque pour le XVIIe siècle, monde entier (réalisation personnelle) 393

Tableau 29 : Récapitulatif des caractéristiques des doublages complets de coques par des feuilles de plomb (réalisation personnelle) 398

Tableau 30 : Liste des feuilles de plomb archéologiques pouvant correspondre aux plaques de plomb prêtes à l'emploi des calfats, avec indication de leurs mesures et de leur description (réalisation personnelle) 407

Tableau 31 : Recensement des chaudrons de pompe suivant leur morphologie et leur datation (réalisation personnelle) 426

Tableau 32 : Récapitulatif des dalots complets ou quasi complets inventoriés dans ce corpus accompagnés de leurs dimensions et masses. En bleu apparaissent les dalots dont une collerette est rectangulaire, en vert ceux dont les deux collerettes sont circulaires et en orange sont référencés les dalots n'ayant qu'une seule collerette circulaire. Enfin, une astérisque a été ajouté à côté du numéro des dalots présentant un profil en L (réalisation personnelle) 439

Tableau 33 : Récapitulatif des divers indices d'identification des différents conduits en plomb pouvant être mis au jour archéologiquement (réalisation personnelle)..... 454

Tableau 34 : Liste des couvre-lumières ayant été recensés à travers le monde de manière assurée (réalisation personnelle, données personnelles et Laura Schnitzer)..... 478

Tableau 35 : Comparaison des mesures des canons Nat 1813 et Nat 1380 de la *Dauphine*, 1704 (tableau personnel)..... 491

Tableau 36 : Liste des couvre-lumières dont la fonction est attestée accompagnés de leurs mesures et caractéristiques morphologiques. Les couleurs employées désignent le nombre de fentes et de pattes de chaque artefact (réalisation personnelle, données personnelles, Gawronski 1992 et Schnitzer 2012)..... 499

Tableau 37 : Tableau présentant les dimensions et les masses des poids identifiés comme lests de ligne de pêche (réalisation personnelle)..... 513

Tableau 38 : Tableau présentant les dimensions des feuilles de plomb enroulées, identifiées comme lests de seine (réalisation personnelle)..... 514

Tableau 39 : Tableau des mesures et des masses des pesons de balance, qu'ils soient posés sur un plateau ou suspendus. Les couleurs distinguent les diverses formes de section (réalisation personnelle)..... 519

Tableau 40 : Liste des lampes en plomb connues à ce jour et de leurs principales caractéristiques (réalisation personnelle)..... 531

Tableau 41 : Principales mesures des poids de plomb en forme de « fer à repasser » inventoriés (réalisation personnelle)..... 561

l'université nantes angers le mans
COMMUNAUTÉ D'UNIVERSITÉS ET ÉTABLISSEMENTS

UNIVERSITÉ DE NANTES

Thèse de Doctorat

Magali VEYRAT

Le mobilier en plomb dans la marine en bois (XVIe – XIXe siècles). Le cas du littoral français

Lead artefacts boarded on wooden ships (XVIth – XIXth centuries). Focus on French coasts.

Résumé

Exploité par l'Humanité depuis l'Antiquité, le plomb offre de nombreuses qualités (faible coût, étanchéité, résistance aux sels marins, facilité de mise en forme, réutilisation), qui en ont fait l'un des métaux les plus largement utilisés dans la Marine, toutes époques confondues. Pourtant, ce matériau a fait l'objet de peu d'études scientifiques et historiques.

Le premier objectif de ce travail était de dresser un inventaire exhaustif du plomb parmi les collections archéologiques issues de sites sous-marins du littoral français de la période moderne (XVIe – XIXe siècles). Cette démarche a permis de constituer une base de données riche de 569 enregistrements, constituant désormais un outil de référence inédit en France. Son exploitation a mis en lumière la pluralité des usages et des formes du plomb embarqué, ce que ne révèlent pas forcément les sources historiques. Mis en œuvre dans la quasi-totalité des activités des marins, s'intégrant à l'architecture du navire, embarqué comme matière première ou cargaison commerciale, le plomb est omniprésent dans les flottes militaires et civiles.

L'ambition de ce travail est de montrer la richesse des données du plomb et l'importance économique et technique largement méconnues de ce matériau. Pour ce faire, il a fallu bâtir une approche pluridisciplinaire: constitution d'un glossaire, étude historique, technologique et archéologique, statistiques, analyses physico-chimiques et répartition spatiale. La réalisation de ce catalogue de référence et la proposition d'outils d'identification et d'interprétation pour ce mobilier devraient permettre de restituer toute sa place à ce métal si nécessaire aux marines anciennes.

Mots clés

Plomb / Marine / Culture matérielle / Histoire des techniques / Architecture navale / Circulations / Economie / Analyses chimiques

Abstract

Exploited by mankind since the Antiquity, lead has many great qualities (low cost, sealing capabilities, resistance to sea salts and ease of malleability) that made it one of the most commonly used in the Navies until now. But this far, very little attention was drawn to this metal by historic or scientific studies. This research work provides a specific inventory amongst the artefacts found in submarine sites along France's coasts, dating from the post medieval period (16th to 19th centuries). This work has revealed some priceless scientific and cultural heritage information. The 569 records corpus of artefacts represents an original reference tool in France. This research brought to light the plurality of shapes and uses of shipboard lead, data which was often omitted in historical documents. Used in most sailor's activities, either in the ship structure itself or brought aboard as supply for raw material or commercial cargo purposes, lead is omnipresent in the military and civilian fleets.

More broadly, this study intends to reveal the abundance of data from lead, as well as the economic and technical aspects, all previously unsuspected. Several research fields have been combined to create a multidisciplinary framework that allows the understanding of the importance of information coming from lead artefacts: compilation of a glossary, historical and technical approaches, archaeological and statistical studies combined with chemical and geographical analysis. This reference catalogue and the tools developed with it, should help to identify and interpret lead artefacts, which will lead the rehabilitation of this indispensable metal for the Navies around the world.

Key Words

Lead / Navy / Material culture / Technical history / Naval architecture / Traffics / Economy / Chemical analysis