



HAL
open science

Étude et valorisation du patrimoine industriel portuaire de Brest : l'activité de la poulterie de l'arsenal entre la fin du XVIIIe et la fin du XIXe siècle

Vincent Lecoustey

► **To cite this version:**

Vincent Lecoustey. Étude et valorisation du patrimoine industriel portuaire de Brest : l'activité de la poulterie de l'arsenal entre la fin du XVIIIe et la fin du XIXe siècle. Sciences de l'Homme et Société. 2020. dumas-02959952

HAL Id: dumas-02959952

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02959952>

Submitted on 7 Oct 2020

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Année Universitaire 2019-2020

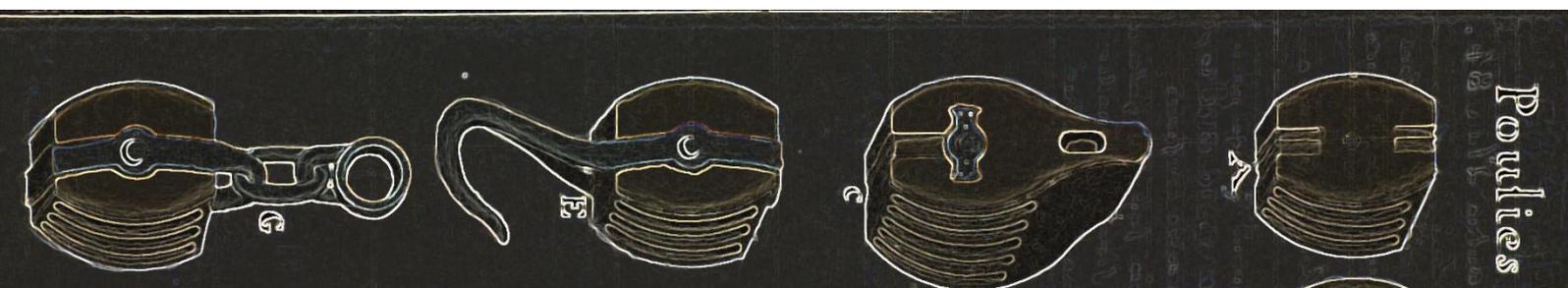
Master 2 Épistémologie, histoire des sciences et des techniques

Étude et valorisation du patrimoine industriel portuaire de Brest :
L'activité de la poulie de l'arsenal entre la fin du XVIIIe et la fin du
XIXe siècle.

Par : Vincent Lecoustey

Sous la co-direction de : Hervé Férière
Marie-Morgane Abiven

Date de soutenance : 15/09/2020



« Les poulies doivent être faites avec une précision mathématique et c'est sans doute de tous les ouvrages d'un arsenal de marine celui qui exige le plus de perfection. [...]. Les poulies sont le levier du marin, sans elles il ne peut rien, par elles tout lui devient facile. »

*Armand de Kersaint
« Mémoire sur le gréement » 1786*

Résumé

Étudier le savoir-faire des poulieurs de l'arsenal de Brest entre 1670 et 1860 n'est pas un long fleuve tranquille. Une multitude de paramètres doivent être pris en compte, notamment leurs outils, les machines-outils utilisées pour la fabrication des divers composants que comporte une poulie, mais également l'évolution dans le temps et l'espace du lieu de production. Objets des plus anodins sur un navire, car présents en grand nombre, les poulies rendent la navigation possible. Cette étude se base sur des méthodologies développées au sein du centre François Viète, ainsi que sur une méthodologie empruntée à l'industrie moderne et adaptée pour l'étude de la poulie, entre la fin du XVIII^e siècle et 1860. Il est également question de la valorisation d'un patrimoine industriel disparu, la poulie, une unité de production de l'arsenal de Brest relativement méconnue, met en évidence les lacunes de l'histoire de l'arsenal de Brest, notamment sur la zone de l'anse de la Tonnellerie.

Mots-clés : Histoire des techniques, XVIII^e siècle, XIX^e siècle, arsenal, Brest, construction navale, poulie, poulie, poulieur, techniques, savoir-faire, outils, machine-outil, méthodes, valorisation, patrimoine, humanités numériques, modélisation 3D

Studying the know-how of the pulley makers of the arsenal of Brest between 1670 and 1860 is not an easy task. A multitude of parameters have to be taken into account, including their tools, the machine tools used to manufacture the various components that make up a pulley, but also the evolution in time and space of the place of production. Despite being seemingly insignificant objects on a ship because of their presence in large numbers, pulleys make navigation possible. This study is based on methodologies developed within the François Viète centre, as well as on a methodology taken from modern industry and adapted for the study of pulley workshops between the end of the 18th century and 1860. It raises the question of the valorisation of a lost industrial heritage, the pulley workshop, a relatively unknown production unit of the Brest arsenal, and questions the gaps in the history of the arsenal of Brest, particularly in the area around the Tonnellerie cove.

Keywords : History of techniques, XVIIIth century, XIXth century, arsenal, Brest, boat building, pulley, pulley workshop, pulley manufacture, , puller, techniques, know-how, tools, machine tool, methods, valorisation, heritage, numerical humanities, 3D modelling.

Remerciements

Je remercie particulièrement et chaleureusement mes co-directeurs, Marie-Morgane Abiven ainsi que Hervé Ferrière pour leur aide, leur écoute et leur patience. Ce travail n'aurait pas été possible sans eux, ni sans leur café ou encore leur limonade.

Cette étude n'aurait pas été aboutie sans le soutien de l'équipe du Centre François Viète de Brest, qui m'ont guidé par leurs expériences et leur bonne humeur, je pense particulièrement à Gregory Chambon, Lisa Rougetet, Nathan Godet, Helen Rawsthorne, Bruno Rohou, Guillaume-Sallah Thomas, Emmanuelle Soual-Hoebeke ainsi que Heloise Petton.

Je tiens à remercier ma famille et mes amis pour leur aide et leur soutien et je tiens particulièrement à remercier Florent Clavere pour sa patience, sa bienveillance et son formidable esprit de synthèse, sans lesquels ce mémoire serait toujours en cours de rédaction.

Si dans mes remerciements j'ai oublié de mentionner quelques personnes, je m'en excuse et j'espère qu'elles n'en prendront pas ombrage.

Introduction	1
1) Le patrimoine des paysages culturels	2
2) Les arsenaux militaires	4
3) Les macro-systèmes technologiques complexes	5
I- L'unité de production industrielle et la méthodologie appliquée pour l'étude de la poulterie	7
1) L'unité de production industrielle	7
2) Méthodologies de modélisation des paysages culturels industriels	9
2.1) ANY-ARTEFACT	10
2.2) HST-PORT	16
2.3) HST-ARSENAL	17
3) Méthodologies de conceptualisation dans l'industrie :	18
3.1) Gamme d'usinage / opératoire	18
3.2) Contrats de phases	20
3.3) Processus de fabrication	22
II- Étude de l'indicateur	24
1) ANY-ARTEFACT	24
2) Le modèle HST-ARSENAL appliqué à la poulterie de Brest	26
2.1) Emergence d'un besoin	26
2.2) Choix d'une solution	28
2.3) Les usages de l'artefact	32
2.4) L'obsolescence	48
2.5) La patrimonialisation	50
III- Enrichissement du modèle HST-ARSENAL par des méthodes industrielles modernes de conceptualisation	52
1) La gamme d'usinage / opératoire	52
2) Les contrats de phases	55
3) Le processus de fabrication	58
IV- Valorisation d'un paysage culturel disparu	60
1) Le patrimoine disparu	60
2) Le recueil de données	61
3) La valorisation	63
Conclusion	70
Sources primaires	72
Sources imprimées	72
Service Historique de la Défense, Rochefort	73
Bibliothèque municipale de la ville de Brest	73
Sources secondaires	74
Bibliographie en Histoire et Histoire des Sciences et des Techniques	74
Bibliographie en Humanités Numériques	77
Bibliographie Patrimoine	78
Encyclopédie et dictionnaires	78

Annexes	80
Glossaire	80
Transcriptions	87
N°1 : Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies (1795)	87
N°2 : Réponse aux notes de l'inspecteur de marine, relative au nouveau projet de marché de la poulie (1803).	105
Contrats de phases	111
N°1 : Caisse	111
N°2 : Rouet	118
N°3 : Essieu	126
Emplacement de la poulie de l'arsenal de Brest en 1795	128
Le Redoutable (1889)	129

Table des illustrations

Figure 1 : Panneau mural en gypse : cette pièce montre l'armée assyrienne attaquant une forteresse ennemie. La forteresse se dresse sur une colline, peut-être un ancien monticule. À l'intérieur des murs se trouve une poulie avec deux cordes suspendues. (Conservé au British Museum).....	8
Figure 2 : Carte des arsenaux français avec la localisation de deux arsenaux étrangers (Portsmouth et Yokohama)	9
Figure 3 : Le modèle d'activité ANY-ARTEFACT	11
Figure 4 : La représentation des actions situées de Norros	12
Figure 5 : ANY-ARTEFACT et les relations entre les notions (source : schéma de Bruno Rohou modifié pour la thèse de Marie-Morgane Abiven).....	15
Figure 6 : Le cycle de vie générique d'un artefact HST-PORT (source : Thèse de Marie-Morgane Abiven)	16
Figure 7 : Le cycle de vie des artefacts HST-ARSENAL.....	18
Figure 8 : Exemple de gamme opératoire (Source : Ressources pour professeurs en SEGPA HABITAT).....	19
Figure 9 : exemple de contrat de phase	20
Figure 10 : Exemple de processus de fabrication.....	22
Figure 11 : Carte conceptuelle de l'unité de production industrielle en 1795	24
Figure 12 : Poulterie avant la mécanisation	25
Figure 13 : Poulterie après la mécanisation	25
Figure 14: Plan de la ville, port de Brest et bourg de Recouvrance 1670 Gasteaud (plan réalisé au XIXe ou XXe siècle)	26
Figure 15 (ci-dessous) : Plan particulier du port de Brest depuis le Fer à cheval jusqu'à la Bastide de K. guelen / [Fait par le Sr. de Belleveue Dumain] – 1676. Source : Gallica.....	27
Figure 16 (ci-contre) : Détail de la légende du plan particulier du port de Brest depuis le Fer à cheval jusqu'à la Bastide de K. guelen / [Fait par le Sr. de Belleveue Dumain] – 1676. Source : Gallica	28
Figure 17 : Détail du plan particulier du port de Brest depuis le Fer à cheval jusqu'à la Bastide de K. guelen / [Fait par le Sr. de Belleveue Dumain] – 1676. Souce : Gallica	28
Figure 18 : Détail du plan de la ville, du port et arcenal de marine de Brest Dressé par Choquet Source : Gallica	30

Figure 19 : Extension d'un arrière-pays portuaire au xviii ^e siècle : le cas du bois de construction pour le port de Brest entre 1756-1792.....	32
Figure 20 : Fabrication du réa d'une poulie	34
Figure 21 : Fabrication de la caisse d'une poulie Source images : Manuscrit de Deslongchamps	34
Figure 22 : Scie à cadre horizontale de Taylors	37
Figure 23 : Machine à percer de Taylors.....	39
Figure 24 : Machine à mortaiser de Taylors	40
Figure 25 : Comparatif des temps de fabrication avant et après 1795	41
Figure 26 : Rémunération des ouvriers en 1803.....	42
Figure 27 : Extrait de l'article sur la machine à mortaiser les caisses des poulies	44
Figure 28 : Extrait du plan de la ville de Brest 1898 par Guennoc Source : Gallica	46
Figure 29 : L'anse de la Tonnellerie vue de la Pointe du Salou (4 juillet 1858)	46
Figure 30 : Port de commerce de Porstrein / Plan dressé par F. Bouvier, ingénieur civil – 1906, Plan imprimé des ports et de l'embouchure de la rade de Brest.	48
Figure 31 : Vue des mâts du cuirassé Le Redoutable	49
Figure 32 : Extrait d'un Plan de la ville et du port de Brest avec une légende historique du XIX ^e siècle / par M. Magado - Positionnement des poulgeries de l'arsenal	50
Figure 33 : Chronologie de la poulgerie de l'arsenal de Brest - Emplacements géographiques et énergies.....	50
Figure 34 : Schéma en vue éclatée d'une poulie simple.....	52
Figure 35 : Gamme d'usinage / opératoire de la poulgerie en 1795	53
Figure 36 : Contrat de phase 1 essieu (Dégrossie)	55
Figure 37 : Contrat de phase 2 essieu (Polissage).....	56
Figure 38 : Processus de fabrication	58
Figure 39 : Schéma en vue éclatée d'une poulie.....	58
Figure 40 : Deux cas de figure pour la conception de modèles 3D pour le patrimoine	65
Figure 41 : Maquette 3D du pont-tournant de Brest	65
Figure 42 : Modélisation 3D de l'espace des forges	66
Figure 43 : Nuage de points LIDAR du marteau pilon des forges de Pontaniou.....	67
Figure 44 : Modélisation 3D du magasin général arsenal Brest rive gauche par Daniel Larvor Source : http://www.wiki-brest.net/index.php/Fichier:Arsenal_brest_rg_008.JPG	67

Introduction

Ce sujet de recherche, dans le cadre du master Épistémologie Histoire des Sciences et des Techniques, est axé sur la question du travail du bois et des savoir-faire associés à l'Arsenal de Brest, plus spécifiquement sur la fabrication des poulies entre la fin du XVIIIe siècle et 1860, notamment au travers de l'étude du manuscrit de « Deslongchamps », rédigé à la fin du XVIIIe siècle dans la ville de Brest. Cet ouvrage représente l'une des sources de mon étude. Il est rédigé en 1763 par Deslongchamps l'aîné, lieutenant des vaisseaux du roi et du port de Brest. Dans le cadre de cette étude, nous mobiliserons des sources primaires de la fin du XVIIIe et du début du XIXe siècle, issus du fonds SHDMR_REP_1S_Fonds-Hubert, intitulé *Machine à centrer, à percer les rouets des poulies et à mortaiser de 1795 à 1803*.

Entre le XVIIIe et le XIXe siècle, l'activité du poulieur change avec la mécanisation de la poulisserie et, de ce fait, impacte également l'activité, économiquement et socialement.

Les objectifs de ce projet de recherche en Histoire des Sciences et des Techniques sont de comprendre l'évolution ainsi que l'activité d'une unité de production au sein de l'arsenal de Brest que l'on considère comme un macro-système technologique complexe. Un arsenal est un objet industriel constitué de nombreux sous-systèmes et composants techniques. Ce qui fait la particularité du macro-système complexe est qu'il est composé d'entités complexes elles-mêmes composées d'objets techniques ou artefacts, de savoirs ainsi que d'acteurs. Ces éléments du système sont liés et interagissent entre eux. Dans le cadre de ce projet de recherche, nous nous intéresserons spécifiquement à un sous-système particulier qui est la poulisserie.

Flaubert, dans son récit de voyage en Bretagne entrepris en 1847, parle de Brest en ces termes :

« En dehors de l'arsenal et du bagne, ce ne sont encore que casernes, corps de garde, fortifications, uniformes, baïonnettes, sabres et tambours. Du matin au soir, la musique militaire retentit sous vos fenêtres, les soldats passent dans les rues, repassent, vont, reviennent, manœuvrent ; toujours le clairon sonne et la troupe marche au pas. Vous comprenez tout de suite que la vraie ville est l'arsenal, que l'autre ne vit que par lui, qu'il déborde sur elle.¹ »

¹ Flaubert, Gustave (1821-1880). Par les champs et par les grèves ; Voyages et carnets de voyages. / Gustave Flaubert. 1989. p270.

Entre le XVIIIe et le XIXe siècle, Brest est une ville centrée sur son activité militaire. Elle a pour vocation la préparation à la guerre. Il en résulte que la cité s'anime et se développe en temps de guerre, dépérit et se contracte en temps de paix. En 1784, l'ingénieur des Ponts et Chaussées Besnard indique : « *La guerre est le seul temps où elle fleurit*² ».

Un article du journal *Le Brestois*, en 1833, rappelle le contrat tacite qui lie la Marine aux populations ouvrières des ports-arsenaux :

« *Une espèce de contrat existe entre l'État et les habitants de cette ville d'après lequel celui-là est engagé à dépenser annuellement parmi eux une somme proportionnée à l'importance du port.*³ »

De plus, Brest n'est pas concernée par le plan Freycinet de 1878, un plan principalement axé sur la construction de chemins de fer, de canaux et visant le développement du commerce dans les grands ports français, contrairement au Havre, Nantes ou encore Bordeaux.

Au XVIIIe et XIXe siècle, la notion de savoir-faire n'existe pas, les sciences ainsi que les techniques sont définies comme un art. Selon C.D. Conner, les sciences recouvrent à la fois les « *arts* » et les « *savoirs théorisés* » de forme scientifique, elles « *sont tout à la fois les connaissances que nous possédons sur la nature et les activités par lesquelles nous produisons ce savoir.* »⁴.

Pour aborder notre sujet, il nous faut préalablement définir quelques notions centrales.

1) Le patrimoine des paysages culturels

Pour aborder la notion de patrimoine des paysages culturels, il faut, avant toute chose, s'intéresser à la définition du patrimoine culturel, selon l'Unesco :

« *Le patrimoine culturel est, dans son sens le plus large, à la fois un produit et un processus qui fournit aux sociétés un ensemble de ressources héritées du passé, créées dans le présent et mises à disposition pour le bénéfice des générations futures* »⁵.

² Le Gallo Yves, *Images d'une ville, la morte et la vive*, sous la direction de Patrick Dieudonne, dans *Brest alias Brest. Trois siècles d'urbanisme*, Liège, Mardaga, 1992, p. 19. L'ingénieur des Ponts et Chaussées Pierre-Joachim Besnard aurait dit en 1784 : « La guerre est le seul temps où elle fleurisse. Tandis que les provinces gémissent sous ce fléau cruel, Brest et s'embellit et s'enrichit par l'affluence de ceux qui s'y rendent ».

³ Le Bouëdec Gérard. *Les mutations techniques des arsenaux bretons au XIXe siècle*. Geslin, Claude. La vie industrielle en Bretagne : Une mémoire à conserver. Rennes : Presses universitaires de Rennes, 2001. (pp. 95-106)

⁴ CONNER Clifford D., *Histoire populaire des sciences*, Montreuil : Edition l'échappée, 2011, p. 23.

⁵ *Indicateurs UNESCO de la culture pour le développement: manuel méthodologique* (UNESCO Publishing, 2014), <https://books.google.fr/books?id=vKSOCgAAQBAJ>.

Il nous faut également prendre en compte la définition du paysage. Il se définit classiquement comme un lieu « travaillé » (modifié) par un ensemble de personnes pour en assurer la subsistance alimentaire et le logis. Un paysage est donc étymologiquement le produit d'une activité⁶. La distinction paysage naturel / paysage culturel est récente et peut poser problème car elle est liée à une vision dualiste du monde dans lequel nous vivons en tant qu'espèce animale, une vision opposant nature et culture qui n'est ni universelle, ni anhistorique⁷.

Cette distinction n'est en effet réellement affirmée que depuis la « Révolution scientifique » européenne et surtout depuis le XIXe siècle⁸, cet « âge des machines » qui va occuper une part importante du présent travail.

Les paysages culturels portuaires sont, selon l'Unesco, des « paysages évolutifs liés à la société ». Pour figurer sur la liste du patrimoine culturel mondial, les paysages culturels industriels doivent répondre à plusieurs critères qui pour certains mettent en évidence l'activité humaine ainsi que certaines notions inhérentes à la technologie ou au savoir-faire⁹ :

Critère 1 : « Représenter un chef-d'œuvre du génie créateur humain »

Critère 2 : « Témoigner d'un échange d'influences considérable pendant une période donnée ou dans une aire culturelle déterminée, sur le développement de l'architecture ou de la technologie, des arts monumentaux, de la planification des villes ou de la création de paysages »

Critère 4 : « Offrir un exemple éminent d'un type de construction ou d'ensemble architectural ou technologique ou de paysage illustrant une ou des périodes significative(s) de l'histoire humaine »

Ces trois critères correspondent parfaitement aux paysages culturels industriels qui prennent en compte l'humain et la notion de technologie. Ils sont le résultat de négociations et de décisions qui peuvent faire penser à n'importe quel travail visant à proposer des définitions¹⁰. Ainsi, les

⁶ Michel Serres, *Le mal propre. Polluer pour s'approprier*, Paris : Le Pommier, 2008.

⁷ Philippe Descola, *Par delà Nature et culture*, Paris : Gallimard, 2005.

⁸ Charles-François Mathis, In Nature We Trust, *Les paysages anglais à l'ère industrielle*, Paris : Sorbonne Université Presse, 2010.

⁹ Orientations devant guider la mise en œuvre de la Convention du patrimoine mondial, dont les premiers travaux aboutis datent de 1972 (alors que la décennie a commencé par une immense prise en compte des questions environnementales et démocratiques, et avant que survienne la première grande crise pétrolière), « Critères pour l'évaluation de la valeur universelle exceptionnelle », <http://whc.unesco.org/>

¹⁰ Définitions qui sont bien sûr des conventions pouvant elles aussi être historicisées, voir par exemple : Normand Baillargeon, *Petit guide d'autodéfense intellectuelle*, Montréal : Lux, 2005.

concepts de « chef d'œuvre », « d'aire culturelle », de « développement », de « période significative de l'histoire » demanderaient, sans pour autant sombrer dans un relativisme destructeur et dangereux, à être questionnés. Mais nous ne le ferons pas ici, faute de temps.

2) Les arsenaux militaires

Notre étude a pour objectif d'étudier l'évolution technique de la poulie de l'arsenal de Brest. Pour cela, il est essentiel de nous pencher sur la définition exacte du terme « arsenal » mais également de faire la distinction entre un « port » et un « arsenal ». La définition du port dans sa grande généralité est :

[Le port est composé d'] « une rivière, un petit bras de mer, une anse défendue par l'art ou par la nature contre l'impétuosité des vents et celle des flots, et contre l'attaque des ennemis, où l'on peut faire en sûreté toutes les opérations relatives à l'armement, au désarmement, à la construction et au radoub des vaisseaux, [qui] forment un port ou un havre »¹¹.

Selon l'encyclopédie méthodique de la Marine de 1783 il existe différents types de ports :

« On distingue des ports de trois espèces différentes, les uns sont destinés uniquement aux opérations de la marine militaire ; ils s'appellent les grands ports ou ports du roi; les autres ne recèlent que des navires du commerce, et ils sont appelés ports marchands; enfin ceux qui remplissent à la fois cette double définition, sont désignés par la qualification de ports mixtes »¹².

Dans notre étude, nous retenons le grand port ou port du roi que l'on appelle arsenal. La définition donnée dans l'encyclopédie méthodique est celle-ci :

« Un arsenal ou arsenal de Marine est un enclos où est compris un port de mer appartenant au gouvernement, où il tient les vaisseaux et tout ce qui est propre à les construire, à les conserver, à les armer, les désarmer, les radouber »¹³.

Dans un autre ouvrage il est également précisé :

« Enceinte fermée de toute part, dans laquelle, sur le bord d'une rivière ou sur le rivage de la mer, sont établis des chantiers de construction, des magasins, des ateliers de toutes

¹¹ Blondeau Etienne-Nicolas et Du Clairbois Honoré-Sébastien Vial (1783), *Encyclopédie méthodique*, marine, t.160, Chez Panckoucke.

¹² Blondeau Etienne-Nicolas et Du Clairbois Honoré-Sébastien Vial, *Ibid.*

¹³ Blondeau Etienne-Nicolas et Du Clairbois Honoré-Sébastien Vial, *Ibid.*

sortes, nécessaires à la construction, à l'armement, au radoub et à l'approvisionnement des navires de guerre »¹⁴.

En ayant étudié les définitions précédentes, nous pouvons donc mettre en avant des caractéristiques précises :

- Un port appartenant au gouvernement et consacré à la marine militaire
- Un port destiné à la construction et à la réparation des bateaux militaires
- Un port regroupant des unités de productions industrielles destinées au fonctionnement de la marine militaire

Au regard de ses définitions, nous pouvons dire qu'un arsenal est un macro-système technologique complexe. Aussi, nous allons établir une définition précise.

3) Les macro-systèmes technologiques complexes

La particularité du macro-système complexe est sa structure, composée d'entités complexes elles-mêmes composées d'objets techniques ou artefacts, de savoirs et d'acteurs. Ces éléments du système sont liés et interagissent entre eux. Les systèmes technologiques subissent des changements même s'ils possèdent parfois de longues périodes de stabilité. L'historien américain Thomas Parke Hughes, dans son ouvrage *Networks of power*¹⁵, prend comme exemple le développement des réseaux d'électricité aux États-Unis afin de montrer les réseaux de connaissances scientifiques et technologiques, ainsi que les réseaux institutionnels qui en émanent. Son analyse sur les réseaux a eu une grande influence dans l'étude des technologies. Il développe ainsi le concept de « Large Technical System » (LTS) dont il expose trois caractéristiques :

1. Le système est constitué d'un certain nombre de pièces ou de composants qui forment différents biens d'équipement.
2. Ces composants sont reliés par une structure ou un réseau pour former un système complexe. Parce que les composants sont liés par le réseau et des interconnexions, les changements dans l'activité ou la conception d'un composant a un impact sur les autres composants du système.

¹⁴ JAL Augustin, *Glossaire nautique : répertoire polyglotte de termes de marine anciens et modernes*, t.2, Firmin Didot, 1848.

¹⁵ HUGHES Thomas Parke, *Networks of power : electrification in Western society, 1880-1930*, JHU Press. 1993

3. Un composant de contrôle est utilisé pour optimiser l'efficacité du système et diriger le système vers la réalisation des objectifs.

Hughes propose des concepts systématiques et généralisables à d'autres systèmes d'échelle. Il justifie les bornes des systèmes technologiques à d'autres systèmes sociaux, qu'ils soient de petite ou de grande ampleur. Des auteurs comme Jacques Ellul¹⁶ et Andrew Davies¹⁷ ont poursuivi les travaux de Hughes. Selon eux, un système est constitué de différents composants, liés entre eux par un réseau, et forme ainsi un système complexe. Les composants étant en relation entre eux, toute modification de l'un conduit à une modification de l'ensemble et inversement. Pour établir le cycle d'évolution et les pratiques de la poulterie, nous nous appuyons sur des indicateurs spécifiques comme les machines-outils et l'énergie mobilisée. Cela va nous permettre d'étudier leur évolution d'un point de vue technique et technologique.

Ces trois définitions constituent des bornes pour notre sujet de recherche et nous permettent ainsi de nous poser la question principale : comment exploiter une méthodologie industrielle moderne pour l'étude de l'activité d'une unité de production à partir de 1670 et valoriser les traces (documentaires) de ce patrimoine aujourd'hui disparu ?

Pour cette étude, nous allons nous intéresser dans un premier temps à la méthodologie, notamment celles utilisées dans le cadre des travaux de thèse de Marie-Morgane Abiven, et à ceux de Bruno Rohou, deux thèses développées au sein du centre François Viète dont ce travail est la continuité. Afin d'enrichir ces méthodologies, nous prendrons également appui sur une méthodologie empruntée à l'industrie moderne et adaptée pour cette étude. Dans un deuxième temps, nous verrons l'application de ces méthodologies pour l'étude de la poulterie entre la fin du XVIIIe siècle et 1860. Nous verrons ensuite la spécificité de cette étude, à savoir l'enrichissement du modèle HST-ARSENAL par des méthodes modernes de conceptualisation, et nous montrerons qu'il est possible de les mobiliser dans le discours de l'historien. Enfin, dans une dernière partie, nous nous demanderons comment valoriser le patrimoine industriel de la poulterie.

¹⁶ Ellul Jacques, *Le système technicien*, éditions Calmann-Lévy, Paris 1977.

¹⁷ Davies Andrew, *Innovation in large technical systems: the case of telecommunications*, *Industrial and Corporate Change*, t.5, no 4, p.1143–1180, 1996.

I- L'unité de production industrielle et la méthodologie appliquée pour l'étude de la poulie

1) L'unité de production industrielle

Une unité de production industrielle peut être définie comme un département, un lieu tel un atelier où se déroule une action de production. Dans le cadre de notre étude, l'unité de production industrielle retenue est une poulie.

Une poulie est l'atelier où sont fabriquées les poulies propres au gréement des bâtiments de mer par les poulieurs, qui sont les ouvriers dont l'art est de faire des poulies (sans pour autant être spécialisés dans cette seule fonction¹⁸).

« Elle consiste en une petite roue, qui est creusée dans sa circonférence, et qui tourne autour d'un clou ou axe placé à son centre ; on s'en sert pour élever des poids par le moyen d'une corde, qu'on place & qu'on fait glisser dans la rainure de la circonférence.¹⁹ ».

Celles-ci ont un rôle majeur dans la Marine, selon Armand de Kersaint en 1786 :

« Les poulies doivent être faites avec une précision mathématique et c'est sans doute de tous les ouvrages d'un arsenal de Marine celui qui exige le plus de perfection. [...]. Les poulies sont le levier du marin, sans elles il ne peut rien, par elles tout lui devient facile.²⁰ »

Il est très difficile de dater précisément l'apparition de ces ateliers ; on peut toutefois supposer que leur apparition est contemporaine des navires à voile égyptiens entre le II^e et le I^{er} millénaire avant notre ère²¹. Cependant, la plus ancienne représentation connue d'une poulie se trouve sur un bas-relief assyrien daté de 870 avant notre ère (Figure 1). On attribue généralement son invention au grec Archytas de Tarente (au début du I^{er} siècle avant notre ère), mais comme pour de nombreuses inventions techniques, la quête de "l'inventeur" unique

¹⁸ Thierry Sauzeau, *La pluriactivité des marins du long cours au XVIII^e siècle*, Annales de Bretagne et des Pays de l'Ouest [En ligne], 120-2 | 2013, mis en ligne le 30 juin 2015, consulté le 19 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/abpo/2618> ; DOI : 10.4000/abpo.2618

¹⁹ d'Alembert, Venel *L'Encyclopédie*, 1^{re} éd. 1751, Tome 13, p. 204-205

²⁰ Armand de Kersaint *Mémoire sur le gréement 1786*

²¹ Les navires, in P. POMEY (dir.), *La Navigation dans l'Antiquité*, Aix-en-Provence, 1997

est sans doute vaine. Le mécanisme est évoqué et décrit par Héron d’Alexandrie au Ier siècle dans son ouvrage Μηχανική²².

L’activité du poulieur ne se limite pas à la seule fabrication des poulies. En effet, il réalise une multitude de pièces en bois équipant les navires comme des bigots de racage, des cavillots, des capes de mouton, des chopines, des galoches, des gaules, des heuses, etc²³.



Figure 1 : Panneau mural en gypse : cette pièce montre l’armée assyrienne attaquant une forteresse ennemie. La forteresse se dresse sur une colline, peut-être un ancien monticule. À l’intérieur des murs se trouve une poulie avec deux cordes suspendues. (Conservé au British Museum)

La présence d’une poulie dans les cinq arsenaux français (Brest, Cherbourg, Lorient, Rochefort et Toulon) n’est pas toujours évidente à déceler. En effet, pour l’arsenal de Cherbourg, c’est une mention dans un guide touristique de 1864 qui montre sa présence.

« En entrant dans le port militaire, on est frappé de la sévérité que présente l’ensemble des différents établissements de la Marine [...]. L’un sert à mettre à l’abri les matériaux destinés aux constructions navales, tandis que l’autre contient la voilerie, la poulie, l’atelier des embarcations, la salle des gabarits et celle des modèles. »²⁴

Pour l’arsenal de Rochefort, la présence d’une poulie n’est pas explicite. On trouve dans certains plans la mention de « *Angard aux poulies* » ou encore celle de « *magasin des bois de gayac* » (bois servant à la fabrication des rouets des poulies). Toutefois, pour les arsenaux de Brest, Lorient et Toulon, la mention d’une poulie est explicite et nous la trouvons directement dans les plans. Nous pouvons donc en déduire la présence d’une poulie dans chaque port

²² Bernard Vitrac, *Mécanique et mathématiques à Alexandrie : le cas de Héron*, 2003. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00175171> « Mechanikè trois livres sur les moyens de soulever des objets et sur leur centre de gravité »

²³ Voir [Annexe glossaire](#) p 80-87

²⁴ Émile Tessier, *Guide du touriste en Normandie*, 3e édition revue et augmentée, Paris ; Cournol : Lanée, 1864

militaire français entre le XVIIIe et le XIXe siècle. On remarque également la présence de ce type d'atelier dans d'autres arsenaux à travers le monde, par exemple celui de Yokosuka au Japon²⁵ ou encore celui de Portsmouth en Angleterre²⁶ (Figure 2).

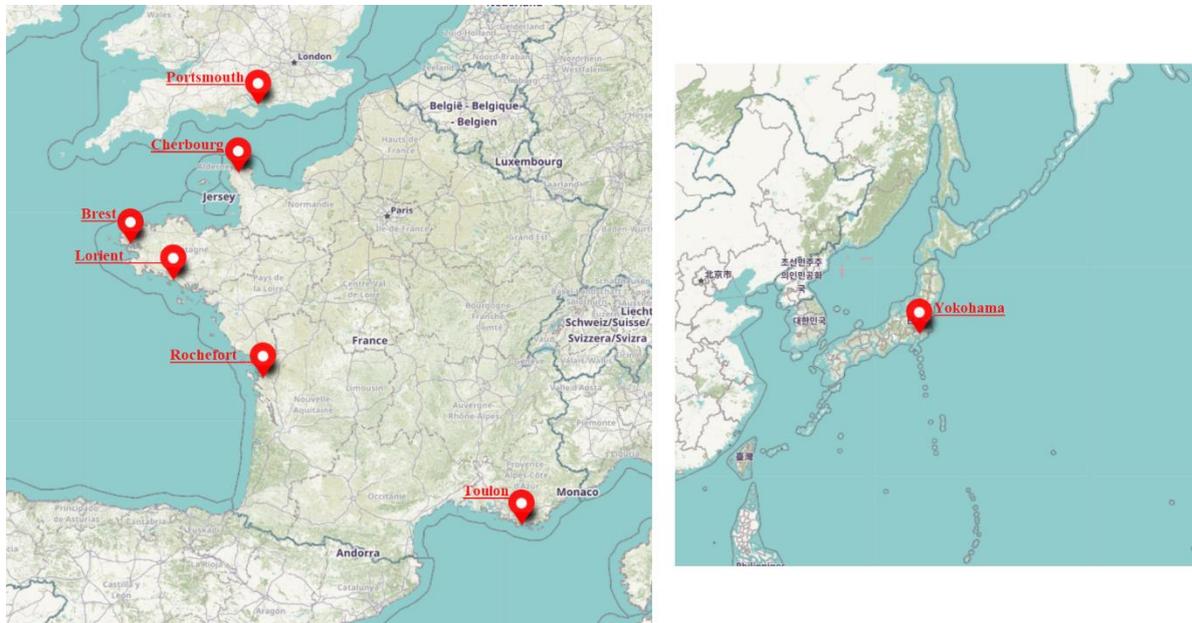


Figure 2 : Carte des arsenaux français avec la localisation de deux arsenaux étrangers (Portsmouth et Yokohama)

2) Méthodologies de modélisation des paysages culturels industriels

Après les États de l'art et la présentation de l'unité de production industrielle, nous allons présenter les approches méthodologiques retenues pour l'étude des paysages culturels industriels et les activités humaines associées. Plusieurs travaux s'appuient sur la modélisation des connaissances historiques, notamment sur le méta-modèle ANY-ARTEFACT développé au Centre François Viète. Il se présente en deux composantes : d'une part, un modèle d'activité humaine et d'autre part, un modèle de cycle de vie des artefacts²⁷. Nous étudierons la méthodologie du modèle HST-PORT développé dans le cadre de la thèse de Bruno Rohou ainsi que la méthodologie mise en place dans la thèse de Marie-Morgane Abiven par le modèle HST-ARSENAL. Nous finirons par une autre méthodologie, issue cette fois-ci des méthodes de

²⁵ DE TOUCHET, Elisabeth. *L'arsenal de Yokosuka de 1865 à 1882 : Les enjeux d'un transfert de technologies*. In: *Ebisu*, n°26, 2001. pp. 35-62;

doi : <https://doi.org/10.3406/ebisu.2001.1100> https://www.persee.fr/doc/ebisu_1340-3656_2001_num_26_1_1100

²⁶ Carolyn C. Cooper, *The Portsmouth System of Manufacture, Technology and Culture*, Vol. 25, No. 2 (Apr., 1984), pp. 182-225

²⁷ Succession des différentes phases de traitements appliquées à un artefact, de la création de celui-ci à son sort final (destruction ou conservation).

conceptualisation dans l'industrie moderne pour une analyse de la production de l'unité de production industrielle.

2.1) ANY-ARTEFACT

Le méta-modèle ANY-ARTEFACT est issu de travaux de recherches en collaboration entre le Centre François Viète et IMT-Atlantique dans les domaines de l'histoire des sciences et techniques et de la modélisation des connaissances²⁸. Ce méta-modèle générique en histoire permet de considérer deux échelles différentes :

1. La grande échelle : (spatiale et temporelle) concerne l'étude du paysage culturel industriel que représente un arsenal en se basant sur des indicateurs pertinents²⁹.
2. La petite échelle : concerne les cycles de vie des artefacts sélectionnés et les activités humaines associées.

ANY-ARTEFACT se présente sous deux composantes : une composante constituée par un modèle d'activité humaine et une seconde composante dédiée à l'étude des cycles de vie des artefacts³⁰. Ce méta-modèle permet de déterminer des étapes inscrites dans une chronologie et d'étudier de manière plus précise ces différentes étapes ainsi que les activités humaines en s'intéressant particulièrement aux concepts d'acteurs, d'artefacts et de savoirs.

1- Le modèle d'activité

Le principe du méta-modèle ANY-ARTEFACT est d'étudier l'activité humaine grâce au modèle d'activité en se penchant sur trois concepts (Figure 3).

²⁸ LAUBÉ Sylvain, *Pour une histoire anthropologique des paysages culturels industriels : le méta-modèle ANY-ARTEFACT et ses applications en humanités numériques*. 2018

LAUBE Sylvain, GARLATTI Serge et QUERREC Ronan, *Histoire des paysages culturels industriels et humanités numériques : le modèle d'activité humaine ANY-ARTEFACT*, "Capitalismo en el desierto : Materialidades, población y territorios en Atacama (ss.XIXXXI)", III Jornada de Antropología e Historia. 2017

²⁹ Indicateurs choisis en fonction des critères de l'Unesco pour les paysages culturels industriels

³⁰ Composantes qui ont été spécialisées dans le cadre de la thèse de Bruno Rohou pour l'étude des ports de Brest, Mar del Plata et Rosario

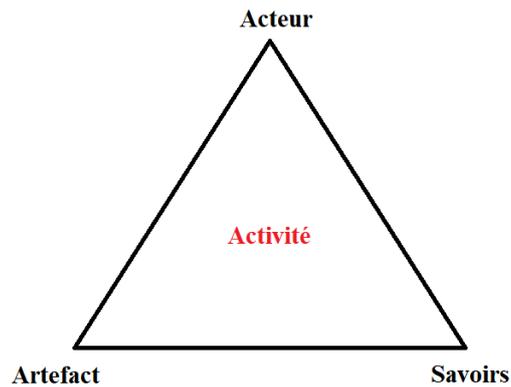


Figure 3 : Le modèle d'activité ANY-ARTEFACT

La notion d'artefact

La définition d'artefact retenue dans le cadre de cette recherche se base sur les travaux de Pierre Rabardel³¹. Selon lui, les artefacts se définissent comme :

« Chaque artefact a été conçu pour produire une classe d'effets, et sa mise en œuvre, dans les conditions prévues par les concepteurs, permet d'actualiser ces effets. Autrement dit, à chaque artefact correspondent des possibilités de transformations des objets de l'activité, qui ont été anticipées, délibérément recherchées et qui sont susceptibles de s'actualiser dans l'usage. En ce sens l'artefact (qu'il soit matériel ou non) concrétise une solution à un problème ou à une classe de problèmes socialement posés. »

Un artefact est donc une production humaine qui a une fonction précise et qui a la possibilité de réaliser cette fonction. De plus, l'artefact est associé aux usages qui correspondent à l'activité pour lequel il a été créé. Dans le cas de notre étude, nous considérons une unité de production industrielle comme un artefact, car celui-ci a une fonction et un usage.

La notion d'acteur

La notion d'acteur nous oblige à réfléchir aux différents statuts des êtres humains en tant qu'acteurs. Nous pouvons en distinguer trois types :

- L'homme ou être humain : il s'agit d'une personne ayant sa propre existence, son propre vécu, sa propre histoire. Sa vie, de sa naissance jusqu'à sa mort est composée d'événements particuliers.

³¹ RABARDEL Pierre. *Les hommes et les technologies ; approche cognitive des instruments contemporains*, Armand Colin. 1995

Les groupes : un groupe est composé au minimum de deux personnes. Il s'agit d'un groupe social de personnes ayant des buts ou des intérêts communs (exemple : un atelier, un laboratoire de recherche, une équipe sportive, etc.)

Les positions ou postes occupés : Il s'agit de la situation d'une personne dans la société ou dans un milieu hiérarchisé (exemple : un poulieur, un maître, un apprenti, etc.)

Du point de vue de nos recherches, nous considérons ces trois typologies : être humain, groupes et positions comme étant des acteurs participant à une activité donnée.

La notion de savoir

De manière générique, un macro-système technologique répond à la définition retenue pour « artefact » (Figure 4).

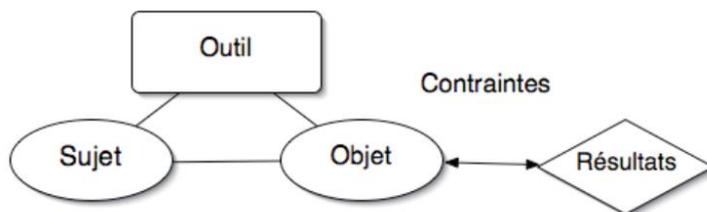


Figure 4 : La représentation des actions situées de Norros

Les savoirs liés à l'activité humaine peuvent être de types théoriques ou procéduraux. Pour le savoir-faire, lié à l'activité humaine, il peut être incorporé ou reposant sur la maîtrise d'algorithmes. Nous allons nous intéresser essentiellement aux savoirs de formes scientifiques et techniques associés aux "sciences de la matière" dans les activités concrètes et théoriques des acteurs considérés. Pour parler du concept de savoir et de savoir-faire, nous nous appuyons sur deux définitions, celle de Christian Jacob³² pour le savoir et celle d'Yves Barel³³ pour le savoir-faire.

Tout d'abord, le savoir selon Christian Jacob est défini comme :

*« Les savoirs forment un vaste **ensemble de représentations, de discours et de pratiques** au cœur de toute société humaine. S'il nous faut en proposer une définition englobante, nous dirions que **les savoirs sont constitués par l'ensemble des procédures permettant de donner sens au monde et d'agir sur lui** dans la multitude des dimensions, qu'il s'agisse du monde matériel ou vivant, du monde visible ou invisible, du temps ou de l'espace, du monde naturel ou vivant. **Les savoirs ont ainsi pour fonction de rendre***

³² Christian JACOB, *Pour une anthropologie historique des savoirs*, in Conférence de la société française pour l'histoire des sciences de l'homme, Paris, EHESS. 2011

³³ Yves BAREL, *La ville avant la planification urbaine*, in Prendre la ville, Paris, Anthropos, 1977, p.16-19.

ces différentes composantes dicibles et pensables, de les rendre communicables et intelligibles dans une société donnée, ou plus exactement, dans différents milieux et groupes de cette société. Les savoirs sont une variable historique, sociale et culturelle, non seulement dans leurs contenus, mais aussi dans leur morphologie, dans leurs modes de constitution et de circulation. »

Selon Yves Barel, le savoir-faire est défini ainsi :

« Le travail est d'abord une activité qui repose soit sur un savoir-faire incorporé, soit sur la maîtrise d'algorithmes. Un savoir-faire incorporé est un savoir-faire indissociable d'individus ou de groupes concrets : il est le résultat de leur apprentissage personnel, de leur expérience, de leur habileté. La caractéristique la plus importante du savoir-faire incorporé est qu'il n'est pas analysable et décomposable jusqu'au bout (le cas où l'analyse et la décomposition totale sont possibles, mais non tentées, est un cas limite). Le travailleur sait faire, mais il ne sait pas complètement comment il sait. Le savoir-faire incorporé n'est donc pas transmissible par enseignement. Il n'est transmissible que par apprentissage c'est-à-dire par la reproduction plus ou moins à l'identique d'individus ou groupes au cours du travail lui-même.»

Le méta-modèle ANY-ARTEFACT dédié à l'étude de l'activité prend en compte la notion de « savoir » ou de « connaissance ». En ce qui concerne l'étude de l'activité, il est essentiel de se pencher sur les différents types de savoirs basés sur la définition de C. Jacob :

- Le savoir issu d'une formation spécifique et d'un diplôme
- Le savoir-faire technologique inculqué par d'autres ou directement en travaillant.

Mais nous devons également nous pencher sur les différents types de savoir-faire basés sur la définition de Y. Barel :

- Le **savoir-faire incorporé**, c'est-à-dire un savoir-faire indissociable de l'individu ou du groupe qui résulte de l'apprentissage personnel, de l'expérience, de l'habileté.
- Le **savoir-faire algorithmisé**, c'est-à-dire un savoir-faire analysable et décomposable en grande partie dans un livre, un traité, un programme, une fiche d'instructions, un croquis.

En prenant comme exemple l'étude de la poultrie de l'arsenal de Brest à la fin du XVIIIe siècle et le début du XIXe siècle, le premier type de savoir est la formation reçue par les ouvriers directement dans la poultrie.

La notion d'activité

Selon Yves SCHWARTZ³⁴ :

« Le terme activité peut être un mot sans contenu conceptuel précis, séjournant à l'état flou, fonctionnant « à l'aveugle », dans notre langage quotidien ou dans divers champs scientifiques. Quel est le plus petit dénominateur commun qui pourrait expliquer cette fluidité du terme « activité » ? Cela pourrait être la consommation ou l'utilisation d'énergie. Cependant, cette définition est trop large et ne nous donne pas de limites fixes pour la remplir d'un contenu précis. »

La notion d'activité est, comme nous venons de le voir avec la proposition de définition d'Yves Schwartz, difficile à cerner concrètement, n'ayant pas de contenu précis. Toutefois, dans notre approche, nous nous proposons d'analyser l'activité en fonction de trois composantes : un ou des acteurs, un système d'artefacts, un système de savoirs spécifiques, une activité se déroulant dans le temps à un endroit donné.

L'activité est divisée en deux types :

- Une activité unique : il s'agit d'une activité qui a eu lieu à un moment donné, dans un lieu déterminé et qui n'a aucun caractère répétitif (exemple : le montage du système hydraulique de la poultrie en 1794).
- Une activité récurrente : il s'agit d'une activité (que l'on peut également qualifier de procédure) qui se répète dans le temps (Exemple : Le perçage du trou d'essieu des rouets de poultries).

Afin d'établir cette périodisation, nous allons nous focaliser sur la notion d'artefact et ses propriétés pertinentes : nom du concepteur, date de construction, matériaux utilisés, modifications apportées, etc.

³⁴ Yves Schwartz, *Un bref aperçu de l'histoire culturelle du concept d'activité*, Activités, t.4, no 4-2. 2007

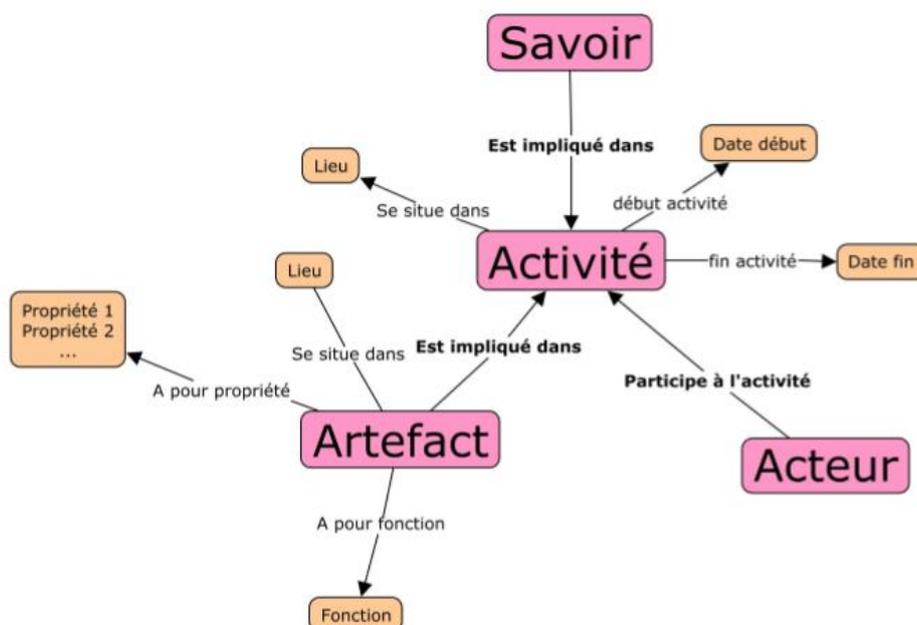


Figure 5 : ANY-ARTEFACT et les relations entre les notions (source : schéma de Bruno Rohou modifié pour la thèse de Marie-Morgane Abiven)

Comme nous pouvons le voir sur la carte conceptuelle (Figure 5), l'activité est centrale et implique à la fois l'artéfact, l'acteur et les savoirs. Chacune de ces notions possède ses propres spécificités, comme une fonction et des propriétés pour l'artéfact. Voici quelques précisions en prenant le cas de la poulie de l'arsenal de Brest comme démonstrateur :

- Un artéfact a des fonctions ainsi que des propriétés qui lui sont propres. La mortaiseuse par exemple, sert à ouvrir une ou des mortaise(s)³⁵ dans la caisse d'une poulie. Ses propriétés sont multiples comme la vitesse de rotation de ses outils (rondelles dentées) de 283 tours par minute.
- Un acteur a un rôle défini pour participer à une activité. Le poulieur s'occupe d'ouvrir les mortaises de la caisse d'une poulie avec la mortaiseuse. Un acteur peut réaliser une action seul ou dans un groupe.
- Le savoir concerne dans ce cas précis les procédures d'utilisation de la mortaiseuse ou le savoir-faire impliquant le creusement du bois.
- L'activité est le résultat de l'implication des trois précédentes notions. Il s'agit d'une succession d'événements qui se déroulent dans le temps.

³⁵ Cavité de section généralement rectangulaire, pratiquée dans une pièce de bois ou de métal ; désigne également le vide d'une moufle, où l'on place le réa d'une poulie.

En supposant que l'artefact est une solution à un problème matériellement posé, nous allons nous pencher davantage sur cette notion afin de mettre en exergue des « cycles de vie » ou « étapes » en prenant en compte l'activité humaine associée.

2.2) HST-PORT

Le modèle, HST-PORT³⁶, appliqué aux ports, permet à travers l'étude d'indicateurs spécifiques, d'identifier des étapes significatives de leur évolution dans le temps et par conséquent de proposer une périodisation³⁷. Comme le propose Bruno ROHOU dans ses travaux, le modèle générique de cycle de vie d'un artefact est composé de quatre étapes distinctes (Figure 6) :

- Étape 0: L'émergence d'un besoin
- Étape 1: Le choix d'une solution adaptée à un problème technologique
- Étape 2: La construction du système technique
- Étape 3: Usage et adaptation du système technique
- Étape 4: Phase d'obsolescence, fin d'activité industrielle



Figure 6 : Le cycle de vie générique d'un artefact HST-PORT (source : Thèse de Marie-Morgane Abiven)

Ce modèle a été développé pour permettre l'étude des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata du point de vue d'une approche modélisatrice et comparée de l'histoire des sciences et des techniques dans ces trois lieux donnés. Il permet une périodisation pour chaque port par l'étude des activités de construction et d'usage, par l'étude de la circulation des savoirs et des

³⁶ Bruno Rohou. *Modélisation des ports de Brest (France), Rosario et Mar del Plata (Argentine) en tant que macro systèmes technologiques complexes : application à la modélisation des connaissances pour l'histoire des sciences et des techniques*. Histoire. Université de Bretagne occidentale - Brest, 2018. Français. [\(NNT : 2018BRES0103\)](#). [\(tel-02106927v2\)](#)

³⁷ Selon la définition du CNRTL : Division d'une durée passée en différents stades marquant une évolution et ayant des caractères propres; division d'une durée, en particulier à venir, en différents stades, selon des critères plus ou moins arbitraires

technologies, mais également de la circulation des savoirs dans la construction portuaire et dans l'usage de l'outillage portuaire. Il constitue une proposition de nouvelles typologies de ports basées sur la prise en compte des besoins émergents en lien avec l'activité et les solutions choisies pour leur satisfaction.

2.3) HST-ARSENAL

Le modèle HST-ARSENAL³⁸ développé dans la thèse de Marie-Morgane Abiven constitue un enrichissement du modèle HST-PORT développé dans la thèse de Bruno Rohou présenté précédemment. Le modèle HST-ARSENAL prend en compte une étape supplémentaire par rapport à son modèle d'origine, la « Patrimonialisation » qui est définie par Marie Lavoie comme « *un mode d'intervention qui a pour but d'assurer la création, la préservation et la diffusion du patrimoine* »³⁹. Bien que les deux modèles soient pertinents pour l'étude des paysages culturels industriels, le modèle HST-ARSENAL, par l'ajout d'une étape supplémentaire, nous semble plus adapté pour nos travaux qui comportent également une analyse patrimoniale de l'artefact.

Le modèle HST-ARSENAL se définit en 5 étapes distinctes (Figure 7) :

- Étape 1 : Étape qui correspond à l'émergence d'un besoin ou d'un problème socialement posé ainsi qu'au choix d'une solution.
- Étape 2 : Le choix d'une solution afin de pallier l'étape 1. Un acteur propose des solutions technologiques pour faire face à un besoin et/ou à un problème. Cette étape correspond également à la concrétisation/construction de l'artefact.
- Étape 3 : Cette étape concerne les usages de l'artefact. Il est ici question de la phase d'utilisation de l'artefact, des modifications qui ont été effectuées comme des améliorations, des changements d'énergie ou la mise en place de systèmes de sécurité. Cette étape concerne également les acteurs impliqués et les savoir-faire associés.
- Étape 4 : Cette phase du cycle de vie de l'artefact est celle de l'obsolescence. L'artefact ne répond plus aux besoins. Cette phase peut conduire à une destruction de l'artefact.
- Étape 5 : Cette dernière étape est celle de la « patrimonialisation ».

³⁸ ABIVEN Marie-Morgane. *Humanités Numériques et méthodes de conservation et de valorisation des patrimoines maritimes. L'exemple des arsenaux de Brest et Venise*. Histoire. Université de Bretagne occidentale. Brest, 2019. Français.

³⁹LAVOIE Marie, *Les enjeux de la patrimonialisation dans la gestion du développement économique : un cadre conceptuel*, Sociétés, no 3, p.137–151, 2014.



Figure 7 : Le cycle de vie des artefacts HST-ARSENAL

Ces cinq étapes correspondent au cycle de vie d'un artefact permettant d'analyser son évolution suivant une période donnée. Pour la dernière étape du modèle HST-ARSENAL, celle de la patrimonialisation, seront considérés les projets de valorisation si l'indicateur existe toujours, mais également les projets de valorisation de la mémoire si ce dernier n'existe plus⁴⁰.

3) Méthodologies de conceptualisation dans l'industrie :

L'industrie moderne utilise une large gamme d'outils de conceptualisation⁴¹. Pour nos travaux, nous emploierons trois méthodes de conceptualisation issues de cette dernière, à savoir la gamme d'usinage, les contrats de phases ainsi que le processus de fabrication. Certaines de ces méthodes de conceptualisation sont appliquées depuis le milieu du XXe siècle par l'industrie et se sont adaptées aux nouvelles méthodes d'usinage et d'assemblage au cours du temps. Dans le cadre de leur utilisation dans ce travail de recherche, nous réduirons les possibilités d'usinage et d'assemblage aux techniques existantes à la fin du XVIIIe au début du XIXe siècle.

3.1) Gamme d'usinage / opératoire

La **gamme d'usinage** (Figure 8) est une feuille donnant l'ordre chronologique des différentes opérations réalisées sur une pièce en fonction des moyens d'usinage⁴².

La feuille résume l'étude et doit :

⁴⁰ L'indicateur sélectionné n'existe plus aujourd'hui il est donc nécessaire de prendre en compte tous les projets évoquant l'indicateur

⁴¹ Selon le CNRT : Élaborer un concept ou un ensemble de concepts communicables, par exemple la représentation concrète de la production

⁴² Roland D. WEILL, *Conception des gammes d'usinage*, www.techniques-ingenieur.fr, 10 août 1993

- permettre l'identification de la pièce étudiée ;
- présenter très clairement la succession des phases ;
- préciser les surfaces usinées à chaque phase ;
- indiquer le temps alloué pour l'usinage de la pièce

Ces gammes sont utilisées en production, et sont souvent affichées aux établis des ouvriers.

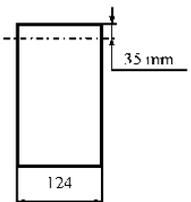
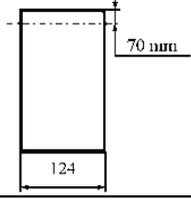
NOM :		Prénom :		Classe :	
		FEUILLE N° 1/7		Date :	
GAMME OPERATOIRE					
N°	OPERATION	RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES	OUTILS	TEMPS	
100	Cisaillage.	Utilisation de cisaille à balancier de marque : DOMBLÉD. Tôle acier galvanisée de 1,5 mm d'épaisseur. Régler la butée arrière de la machine à 350 mm. Serrer les vis de serrage de butée arrière avec une clé plate. Vous pouvez cisailler votre tôle.	Gants de protection. Réglet de 50 cm.	5 mn.	
110	Cisaillage.	Régler la butée arrière de la machine à 124 mm. Serrer les vis de serrage de butée arrière avec une clé plate. Vous pouvez cisailler votre tôle.	Gants de protection. Réglet de 50 cm.	5 mn.	
200	Ébavurage.	Ébavurer votre tôle cisaillée à l'aide d'une lime plate ou demie ronde.	Gants de protection. Lime plate ou Lime demie ronde.	10 mn.	
310	Traçage d'un trait à 35 mm.	Tracer un premier trait à 35 mm du bord de la tôle. 	Équerre à Chapeau. Réglet 50 cm Pointe à tracer.	2 mn.	
320	Traçage d'un trait à 70 mm.	À partir du bord de la tôle, tracer un deuxième trait à 70 mm. 		2 mn.	
				Temps intermédiaire : 24 mn	

Figure 8 : Exemple de gamme opératoire (Source : Ressources pour professeurs en SEGPA HABITAT)

3.2) Contrats de phases

Un contrat de phase est un document établi par le bureau des méthodes et décrivant une phase d'usinage (Figure 9). Par « phase d'usinage », on entend une ou plusieurs opérations se faisant sans démonter la pièce à usiner ; les opérations d'une même phase peuvent se faire avec des outils différents. Les contrats de phase font partie de la gamme d'usinage⁴³.

CONTRAT DE PHASE		Ensemble MOTEUR STIRLING		1/1			
Phase 20		Pièce PLAQUE SUPPORT					
FRAISAGE		Matière EN AW 2017		1/1			
SAPHIR 450		Série					
		Programme % 500		Nom			
		Brut Plaque 90x60x5		DT 04			
MIP :		Porte-Pièce : étiau					
- Appui plan sur P1							
- Appui linéaire rectiligne sur PB1							
- Appui ponctuel sur PB2							
OPERATIONS	OUTILS	Vc m/min	n tr/min	f / fz mm/tr	Vf mm/min	T	D
a) Pointer les 11 trous Ta1, Ta2, Ta3, Ta4, Ta5, Ta6, T1, T2, T3, T4 et T5	Foret centreur en carbure 90° d = 6 TITEX-A 1174*8	2000	0.08		30	30	
b) Percer avec débouage des 11 trous Ta1, Ta2, Ta3, Ta4, Ta5, Ta6, T1, T2, T3, T4 et T5 (D3.2)	Foret HSS DIN338 118° court d = 3.3 TITEX-A 1211 *3.3	2000	0.08		14	14	
c) Tarauder les 6 trous Ta1, Ta2, Ta3, Ta4, Ta5 et Ta6 (M4)	Taraud court, entrée C, rainures droites, hélice à droite, DIN 913 M4 TITEX-B 1121*144	250	0.7	175	17	17	
d) Usiner les 2 poches Pa1 et Pa2 en ébauche	Fraise 2 lames HSS DIN 844K D = 6 TITEX-D 224P*8	2000		200	18	18	
e) Usiner les 2 poches Pa1 et Pa2 en finition	Fraise 2 lames HSS DIN 844K D = 6 TITEX-D 224P*8	2000		200	18	18	
Edition d'éducation SOLIDWORKS – Usage universitaire uniquement.							

Figure 9 : exemple de contrat de phase

(source : <https://vfarineau.thomasfar.fr/P2/1/5%20Contrat%20de%20phase.pdf>)

Le contrat de phase est en six parties :

1. Informations relatives à la phase :

⁴³ R. Dietrich, D. Garsaud, S. Gentillon et M. Nicolas, *Précis de méthodes d'usinage : méthodologie, production et normalisation*, Afnor/Nathan, 1987 (1re éd. 1981) (ISBN 2-09-194015-1), p. 159-176

A. Chevalier et J. Bohan, *Guide du technicien en productique : pour maîtriser la production industrielle*, Paris, Hachette Technique, 2001, 288 p. (ISBN 2-01-167584-7), p. 67-69

- mode d'usinage : contrôle, fraisage, tournage, etc. ;
- numéro de phase : la numérotation se fait habituellement de 10 en 10, afin de pouvoir insérer une phase que l'on aurait oubliée ;
- la machine-outil et le porte-pièce utilisés

2. Informations relatives à la pièce :

- nom de l'ensemble auquel appartient la pièce, nom de la pièce ;
- quantité fabriquée et cadence de fabrication ;
- matière, état du brut (brut de fonderie, laminé, étiré, etc.) ;
- dessin de la pièce en fin de phase ;
- les symboles technologiques de mise et de maintien en position (MiP, MaP),
- le référentiel lié à la pièce (O, x, y, z),
- les cotes fabriquées (C_f) et les tolérances géométriques

3. Informations relatives aux opérations, pour chaque opération :

- numéro de l'opération ;
- nature de l'opération (désignation) ;
- cotes fabriquées (C_f) et les tolérances géométriques (le dessin contient toutes les cotes et tolérances, ne figurent ici que celles relatives à l'opération).

4. Paramètres de coupe :

Vitesse de coupe v_c (m/min), fréquence de rotation N (tr/min), avance par tour f (mm/tr) en tournage ou avance par dent f_z (mm) en fraisage, vitesse d'avance v (mm/min), profondeur de passe a_p (mm).

5. Outillage de coupe :

Outil et porte-outil

6. Outillage de contrôle :

La fabrication d'une pièce comprend en général plusieurs phases. Le mode opératoire commence alors par une nomenclature des phases, sous forme d'un tableau comprenant :

- le numéro de phase ;
- la désignation de la phase ;
- la machine-outil utilisée ;
- un croquis reprenant le dessin de la pièce en fin de phase et les symboles technologiques de mise et de maintien en position (MiP, MaP)

3.3) Processus de fabrication

Un procédé de fabrication (Figure 10) est un ensemble de techniques visant l'obtention d'une pièce ou d'un objet par transformation de matière brute. Obtenir la pièce désirée nécessite parfois l'utilisation successive de différents procédés de fabrication. Ces procédés de fabrication font partie de la construction mécanique. Les techniques d'assemblage ne font pas partie des procédés de fabrication, elles interviennent une fois que les différentes pièces ont été fabriquées. On parle de procédé de fabrication pour tous les objets⁴⁴.

Matrice de produits et de procédés

PRODUITS	PROCÉDÉS																	
	Scie	Cisaille 1	Cisaille 2	Cisaille 3	Presse 1	Presse 2	Presse 3	Presse 4	Poinçonneuse CNC	Soudeuse à pt 1	Soudeuse à pt 2	Soudeuse Mig 1	Soudeuse Mig 2	Tour	Fraiseuse	Solution	Peinture	
Cadres de portes			•			•						•						•
Poignées	•	•													•	•		•
Attaches	•												•	•	•			•
Couvercles			•			•		•	•			•					•	•
Portes		•			•				•	•								•
Panneaux			•			•						•					•	•

Figure 10 : Exemple de processus de fabrication⁴⁵

⁴⁴ Rob Thompson, *Les procédés de fabrication*, sur Édition Vial, 2012 (ISBN 978-2-85101-109-1)

⁴⁵https://www.economie.gouv.qc.ca/fileadmin/contenu/formations/mpa/materiel_pedagogique/carto_manuel_for_mation.pdf

Obtention par enlèvement de matière :

Consiste à obtenir la forme finale par arrachements de petits morceaux de matière (copeaux). De manière générale on appelle usinage ces procédés. On y distingue pour la poulie par exemple :

- Le Tournage
- Le Fraisage
- Le perçage
- La perforation
- Etc.

Obtention par assemblage :

- Collage
- Boulonnage
- Rivetage
- Agrafage
- Etc.

Conclusion :

Afin de mener à bien ce projet de recherche, nous allons donc utiliser deux méthodologies ; l'une est issue du champ de l'Histoire des Sciences et des Techniques : il s'agit d'une méthodologie pour l'étude des arsenaux, HST-ARSENAL employant le méta-modèle ANY-ARTEFACT. Et nous utiliserons également une méthodologie issue cette fois de l'industrie moderne, à savoir des outils de conceptualisation pour permettre de visualiser spécifiquement la production. Ces méthodologies sont intéressantes pour notre sujet de recherche car elles permettent, d'une part, de rendre compte de l'évolution de la poulie sur le temps long. Elles permettent également, par l'enrichissement apporté au modèle HST-ARSENAL, de décrire précisément la production de l'unité de production industrielle à un moment charnière, à savoir sa mécanisation, et ainsi d'identifier les changements dans la manière de fabriquer les poulies à partir de 1795.

II- Étude de l'indicateur

Nous allons maintenant voir le méta-modèle ANY-ARTEFACT pour l'étude de l'activité humaine appliqué à la poulterie de l'arsenal de Brest.

1) ANY-ARTEFACT

Le méta-modèle ANY-ARTEFACT pour l'étude de l'activité humaine est construit autour de trois concepts : Les artefacts, les acteurs et les savoirs.

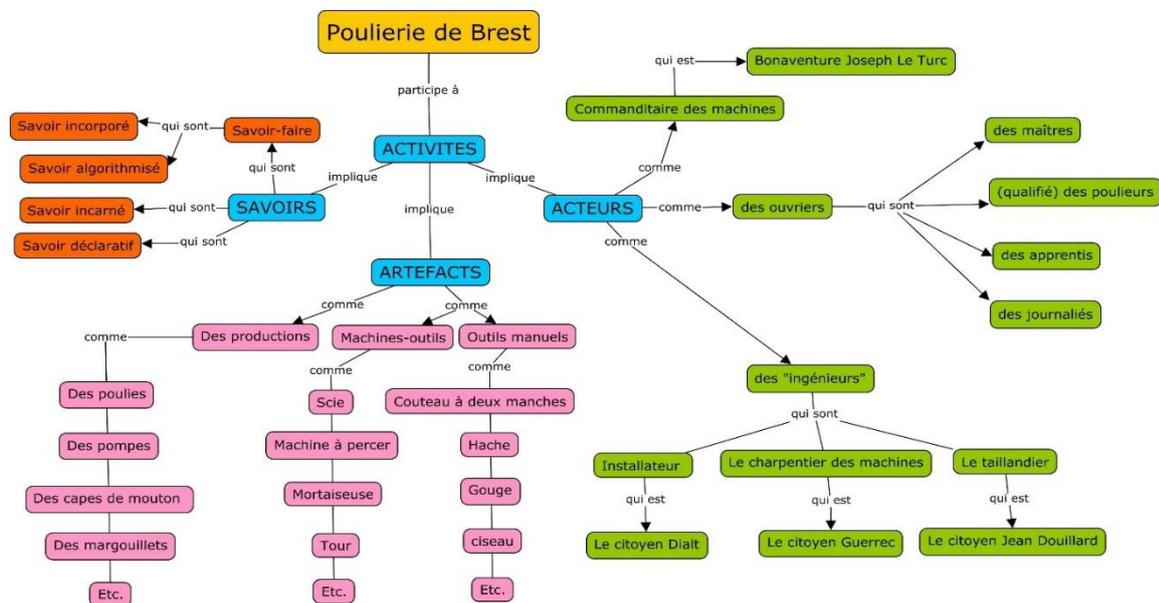


Figure 11 : Carte conceptuelle de l'unité de production industrielle en 1795

Le méta-modèle ANY-ARTEFACT est représenté sous la forme d'une ou plusieurs cartes conceptuelles. Une carte conceptuelle est un « schéma ou un outil graphique qui représente visuellement les relations entre des concepts et des idées.⁴⁶ ». Les cartes conceptuelles en tant que méthodologie ont été développées par Joseph Novak⁴⁷ et une équipe de chercheurs de l'université Cornell dans les années 1970. Elles ont des caractéristiques spécifiques qui les différencient des autres outils visuels. Les concepts sont définis comme des événements ou objets, ou des récits d'événements ou objets, perçus comme étant récurrents ou répétitifs et désignés par une étiquette. Les propositions sont « des formulations sémantiques composées de deux concepts ou plus, eux-mêmes reliés par des mots de liaison⁴⁸ ». Ces formulations sont

⁴⁶ <https://www.lucidchart.com/pages/fr/carte-conceptuelle>

⁴⁷ Joseph Donald Novak, professeur émérite à l'Université Cornell et chercheur scientifique principal au Florida Institute for Human & Machine Cognition.

⁴⁸ Ibid. <https://www.lucidchart.com/pages/fr/carte-conceptuelle>

également appelées unités sémantiques ou unités de sens. Les concepts et les propositions sont les bases de la création de connaissances dans un domaine. Pour l'essentiel, une carte conceptuelle traduit visuellement un ensemble de propositions sur un certain sujet, par exemple la poulie de l'arsenal de Brest en 1795 (Figure 11). Il s'agit également d'une aide à l'organisation des idées et à la mise en valeurs de certaines notions. En d'autres termes, il s'agit d'un travail préparatoire à la mise en œuvre de la méthodologie HST ARSENAL. Le méta-modèle ANY-ARTEFACT met en évidence trois concepts, les artefacts, les acteurs et les savoirs, que l'on retrouve pour chaque période de l'activité de l'unité de production industrielle, par exemple avant et après la mécanisation (Figure 12 – 13).

Figure 12 : Poulie avant la mécanisation

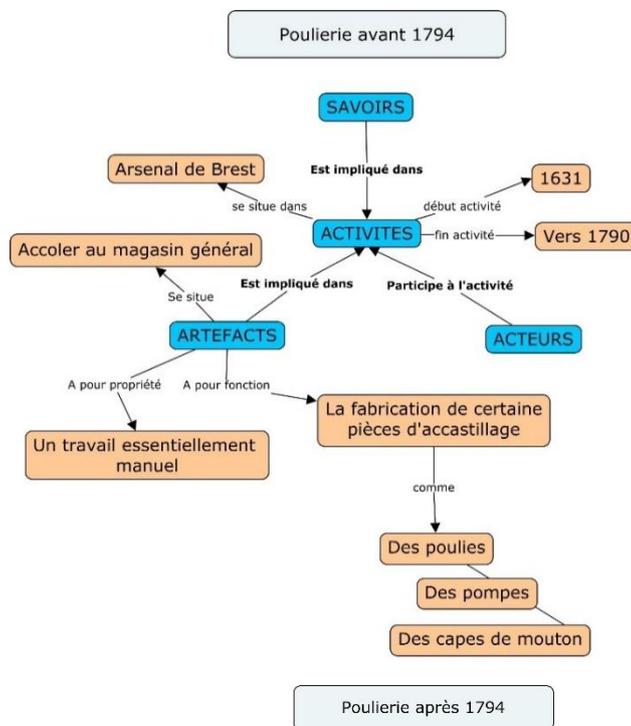
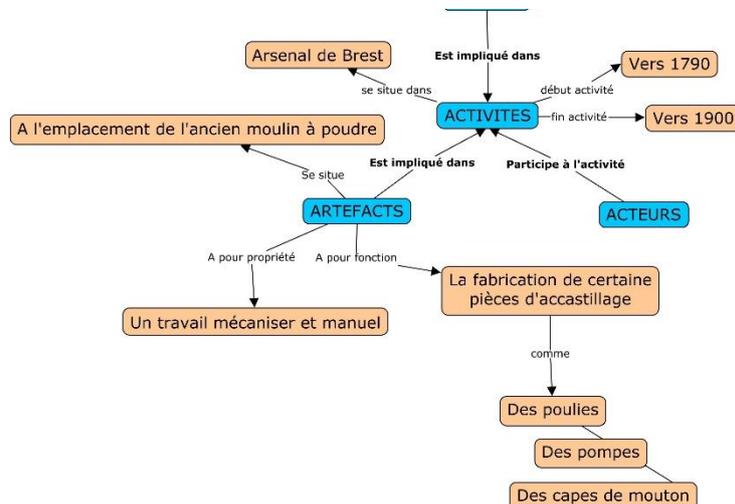


Figure 13 : Poulie après la mécanisation



2) Le modèle HST-ARSENAL appliqué à la poulierie de Brest

Nous allons maintenant nous intéresser à un aspect important de notre travail de recherche : l'évolution de la poulierie de l'arsenal de Brest dans le temps.

2.1) Emergence d'un besoin

Étape 1 : Émergence d'un besoin, sa traduction en problèmes technologiques, la solution choisie

Sous le règne de Louis XIV (1651-1715), les arsenaux prennent une place de plus en plus importante par « la montée en puissances des enjeux maritimes et coloniaux⁴⁹ », ou comme en témoignent leurs premiers véritables aménagements. Toutefois, les installations restent relativement modestes (Figure 14). Mais à partir de 1670, une seconde vague d'aménagements commence. Sébastien Le Prestre de Vauban (1633-1707), alors commissaire général des fortifications en janvier 1678, intervient sur différents chantiers d'arsenaux pour augmenter leurs fonctionnalités. Il préconise que tous les bâtiments soient proches les uns des autres. À partir de la seconde moitié du XVIIIe siècle, l'architecte brestois Antoine Choquet de Lindu (1712-1790) contribue à donner un nouveau visage aux rives de la Penfeld en élevant de longs bâtiments qui s'étagent sur des berges excavées (Figure 15). Selon Yves Le Gallo⁵⁰, à la fin de l'Ancien Régime, une Marine savante et la mise en place de structures administratives complexes font de Brest une ville d'émulation en matière de techniques.



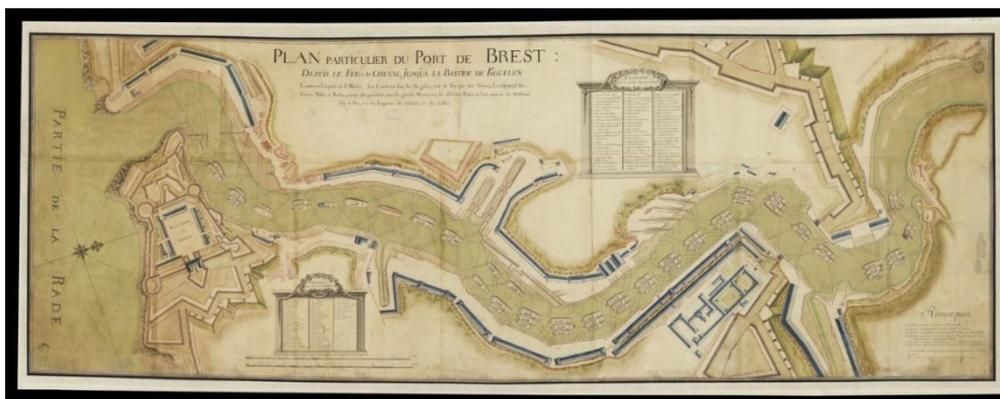
Figure 14: Plan de la ville, port de Brest et bourg de Recouvrance 1670 Gasteaud (plan réalisé au XIXe ou XXe siècle)

Source : Gallica

⁴⁹ Martin, Sébastien. *Impacts et enjeux des aménagements militaires : l'exemple de Rochefort, arsenal de Louis XIV*. Fournier, Patrick, et Geneviève Massard-Guilbaud. Aménagement et environnement : Perspectives historiques. Rennes : Presses universitaires de Rennes, 2016.

⁵⁰ Yves Le Gallo, *Brest au XVIIIe siècle, Annales de Bretagne et des pays de l'Ouest* 84, n° 3 (1977): 167-71, <https://doi.org/10.3406/abpo.1977.2892>.

Figure 15 (ci-dessous) : Plan particulier du port de Brest depuis le Fer à cheval jusqu'à la Bastide de K. guelen / [Fait par le Sr. de Belleveue Dumain] – 1676. Source : Gallica



Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

En 1661, la Marine française ne compte que 31 bâtiments, ainsi que huit navires d'origine étrangère inférieurs à 40 canons. Entre 1661 et 1671, sous l'influence du colbertisme⁵¹, ce sont 106 navires qui sont construits, ce qui quadruple les effectifs de la flotte. C'est donc un effort considérable qui est réalisé en une dizaine d'années. On peut imaginer que cette intensification de la construction de navires s'accompagne d'innovations techniques et de modifications dans la production des poulies. En 1671, Louis XIV dispose de 123 vaisseaux et frégates (dont une partie est achetée en Hollande).⁵²

Le besoin en poulies n'étant pas constant dans l'arsenal, la Marine royale sous-traite leurs fabrications, et passe des marchés avec les poulieurs des ports. Par exemple :

« À Toulon, en 1680, seules les grosses pièces sont travaillées à l'atelier de l'arsenal. [...] L'arsenal de Brest s'approvisionne à Saint-Malo. Les poulieurs des arsenaux travaillent seulement à radouber les poulies, le maître surveille les achats et contrôle la qualité des pièces fabriquées. [...] Les arsenaux recourent fréquemment au système des adjudications⁵³ pour la fabrication des poulies.⁵⁴ »

⁵¹ Forme française du "mercantilisme" qui associe la richesse d'une nation à sa capacité à accumuler des richesses et donc à se les approprier parfois par la force : par exemple en confisquant des navires et leurs cargaisons.

⁵² Jean Meyer et Martine Acerra, *Histoire de la marine française : des origines à nos jours*, Rennes, éditions Ouest-France, 1994, p 427

⁵³ La procédure d'adjudication, suppose à la fois une mise en concurrence et une publicité de l'achat, son usage semblant limité par l'urgence et l'importance des besoins militaires. Sous le Directoire, l'adjudication au rabais, c'est-à-dire le choix du fournisseur le moins cher, est adopté par le Conseil des Cinq-cents, en août 1797, une résolution selon laquelle « toutes les fournitures nécessaires aux armées et autres services publics seront désormais données par adjudication au rabais, et annoncées un mois à l'avance ».

⁵⁴ Sylviane Llinares, *marine, propulsion et technique : l'évolution du système technologique du navire de guerre français au XVIII^e siècle*. Volume I, 1994. p139.

Le nombre de poulies sur un navire est variable en fonction de sa taille, il faut environ 80 pièces issues de la poulie pour une frégate de 32 canons⁵⁵. Cela passe à 500 poulies pour un gréement et ce chiffre double avec celles utilisées pour le gréement de l'artillerie. Au total, avec le rechange embarqué, ce sont plus de 2 000 pièces qui entrent dans l'équipement d'un vaisseau de 110 canons, 1 800 pièces pour un vaisseau de 74, ce qui nécessite une grande production de poulies et autres pièces nécessaires à la navigation.

De 1670 à 1676, on observe à Brest la construction d'une quarantaine de bâtiments et d'ouvrages de diverses natures et de diverses importances, des magasins, des hangars, des ateliers, etc. Ces bâtiments constituent le fondement de l'arsenal. Ils sont réalisés sous l'égide de Pierre Chertemps de Seuil (1634-1703), intendant de la Marine à Brest⁵⁶. En 1676, une première poulie est mentionnée sur une carte de l'arsenal de Brest (Figure 16 et 17).

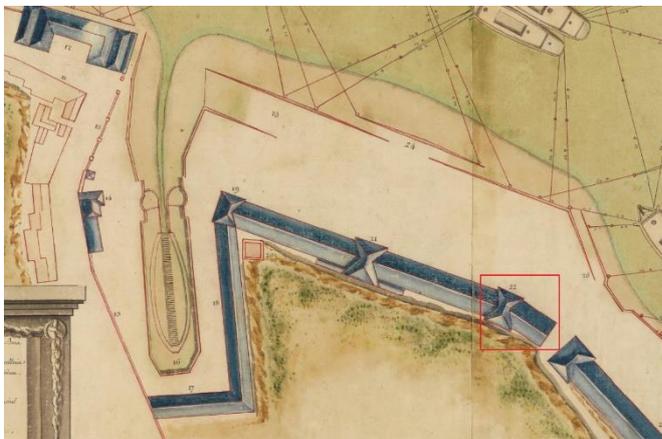


Figure 17 : Détail du plan particulier du port de Brest depuis le Fer à cheval jusqu'à la Bastide de K. guelen / [Fait par le Sr. de Belleveue Dumain] – 1676. Source : Gallica

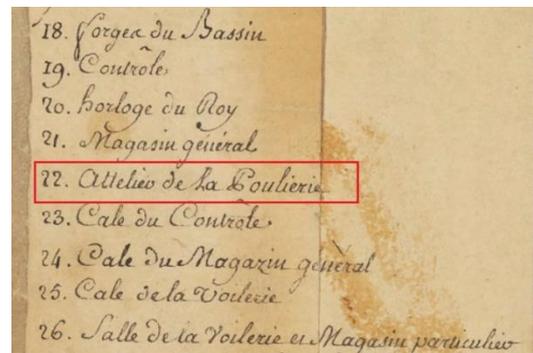


Figure 16 (ci-contre) : Détail de la légende du plan particulier du port de Brest depuis le Fer à cheval jusqu'à la Bastide de K. guelen / [Fait par le Sr. de Belleveue Dumain] – 1676. Source : Gallica

2.2) Choix d'une solution

Étape 2 : Le choix d'une solution afin de pallier l'étape 1. Un acteur propose des solutions technologiques pour faire face à un besoin et/ou à un problème. Cette étape correspond également à la concrétisation/construction de l'artefact.

Entre 1676 et 1794, la poulie de Brest reste au même emplacement, notamment après l'incendie d'une partie du magasin général et de la poulie le 3 juillet 1784⁵⁷. Le 18 janvier 1794, par un arrêté, le Comité de Salut Public ordonne la construction à Brest, Rochefort et

⁵⁵ *Encyclopédie Méthodique, Ou Par Ordre De Matieres*: Par Une Société De Gens De Lettres, De Savants Et D'Artistes : Précédée d'un Vocabulaire universel, servant de Table pour tout l'Ouvrage, ornée des Portraits de MM. Diderot et D'Alembert, premiers Éditeurs de l'Encyclopédie. Marine ; T. 2. 31 ,2 (Pancoucke, 1786).

⁵⁶ Peter, Jean. *Vauban et Brest : une stratégie modèle de défense portuaire, 1683-1704*. Vol. 12. Institut de Strategie Comparee Ecole Pratique Des Haut Etudes, 1998.

⁵⁷ P. Levot, *Histoire de la ville et du port de Brest. Le port depuis 1681*, 1865. p197.

Toulon de « *poulieries à machines* ». Cette décision est prise dans un cadre politique particulier sur le plan national comme à l'échelle local. Après la prise de la flotte française de Méditerranée (basée à Toulon) par les Anglais, il ne reste plus que la vingtaine de vaisseaux de la flotte de l'océan Atlantique. Ceux-ci sont alors rassemblés à Brest. Mais la ville est dirigée par une administration plutôt hostile à la Convention. La question de la marine militaire devient cruciale aux yeux des autorités révolutionnaires parisiennes durant l'été 1793⁵⁸. Arrivés dans le Finistère durant l'automne 1793, des représentants du Comité de Salut Public sont donc d'abord venus à Brest pour lutter contre les velléités fédéralistes des autorités administratives de la ville et réprimer les opposants repérés parmi les nobles, au sein du clergé mais aussi dans la population générale. Dès le 8 janvier 1794, trois compagnies de canonnières de l'armée révolutionnaire de Paris arrivent à Brest. Des procès débutent aussitôt et plusieurs dizaines de condamnations à mort sont prononcées. C'est donc à une véritable "reprise en main" que l'on assiste. Parmi les représentants du Comité de Salut Public, André Jeanbon - dit Jeanbon Saint André (1749-1813) - est un bon connaisseur des questions militaires et maritimes. Il va se charger, entre septembre 1793 et mai 1794 - une mission entrecoupée seulement par un aller-retour à Paris durant l'hiver 1794 -, de réorganiser la flotte de guerre et la production de l'arsenal. Il séjourne ensuite à Toulon (alors appelée « Port la Montagne ») et y installe une discipline implacable comme en témoigne le *Recueil des arrêtés* qu'il y impose⁵⁹. Ceux-ci sont particulièrement draconiens et instaurent une véritable règle d'efficacité dans les arsenaux (amendes en cas de retard ou d'absence, des peines d'emprisonnement parfois très longues en cas de refus de travailler, de gâchis, de chapardage et de vol de bois précieux, etc.). On organise la fermeture du port aux heures de travail, une surveillance des déchets de bois, etc. et en regard de cette sévérité, on récompense les travailleurs les plus zélés. À l'occasion de ses missions dans les deux grands ports, André Jean-Bon se fait de puissants ennemis qui dénoncent ses actions après la chute de Robespierre, de ce fait, il doit se défendre de leurs accusations en 1795⁶⁰. L'ensemble de ces documents, ainsi que d'autres rapports dressés par Saint-André, nous montrent dans quelles conditions, avec quels objectifs et quels moyens il a travaillé à Brest. On y apprend par exemple qu'il charge un certain Verteuil (s.d.) de visiter les chantiers et les ateliers « *pour s'assurer de*

⁵⁸ Cormack, William S., *Revolution and political Conflict in the French Navy (1789-1794)*, Cambridge : Cambridge University Press, 1995.

⁵⁹ Saint-André, Jean-Bon, *Recueil des arrêtés du citoyen, Jean-Bon-Saint-André, représentant du peuple dans les départements maritimes de la République, pendant la mission au Port la montagne*, Port de la montagne [Toulon] : Chez A. Aurel, 1794.

⁶⁰ Saint-André, Jean-Bon, *Réponse de Jean-Bon Saint-André, à la dénonciation des citoyens de la commune de Brest imprimée par ordre de la Convention nationale*, Paris : Impr. Nationale, 1795.

*l'activité des travaux et de l'exécution de [ses] arrêtés, et de [lui] en rendre compte.*⁶¹» On comprend aussi que la relance des travaux dans l'arsenal permet d'employer de nombreux ouvriers et ouvrières (comme pour la confection des voilures par exemple) et que ce cadre est sans doute le plus propice à l'arrivée de nouvelles machines au sein des fabriques locales.

L'arrêté du 18 janvier 1794 reprend en réalité un projet déjà ancien : celui d'établir dans chaque port de guerre "une poulie mécanique", projet initié par le maréchal Charles Eugène Gabriel de La Croix marquis de Castries (1727-1801), alors Secrétaire d'État à la Marine. De ce projet, seule la poulie de Lorient voit le jour ; il est abandonné après sa démission le 24 août 1787.⁶² Cette reprise de mesure antérieure n'est pas un cas isolé sous la Terreur. En effet, on retrouve ce procédé notamment pour les politiques sociales à propos de l'assistance avec la loi de floréal an II, instituant la Bienfaisance nationale inspirée de projets philanthropiques du XVIIIe siècle⁶³. La nouvelle poulie est établie en amont de la Penfeld à l'anse du Moulin à Poudre, à droite de la carte (Figure 18).



Figure 18 : Détail du plan de la ville, du port et arsenal de marine de Brest Dressé par Choquet

Source : Gallica

L'unité de production industrielle est en état de fonctionner en novembre 1795⁶⁴, elle est équipée selon le modèle de la poulie établie en 1787 à Lorient.⁶⁵ On note toutefois une

⁶¹ Saint-André, Jean-Bon, *Rapport des représentants du peuple, envoyés à Brest et auprès de l'armée navale [fait à la] Convention nationale*, Paris : l'Impr. Nationale, 179 ?.

⁶² Sylviane Llinares, Ibid, p146

⁶³ Gayot, Gérard, et Jean-Pierre Jessenne. *Institutions et politiques économiques, politiques sociales*. Biard, Michel. *Les politiques de la Terreur : 1793-1794*. Rennes : Presses universitaires de Rennes, 2008.

⁶⁴ Emplacement en 1795 et actuel, voir [annexe](#) p 128

⁶⁵ SHDMR_REP_1S_Fonds-Hubert. "Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies (1795)" : « La commission croyant que son rapport seroit imparfait, si elle omettoits d'y insérer tout ce qui peut mettre à même d'apprécier par comparaison la machine à poulie faite à Brest ainsi que le zèle de son inventeur, observe en

différence entre les deux : les machines de Lorient sont mues par énergie animale, « *par quatre chevaux attelés à l'extrémité d'un levier supporté directement par l'arbre de la roue frottante* »⁶⁶ tandis que celles de Brest fonctionnent à l'énergie hydraulique : « *La commission a remarqué quant au mécanisme qu'il est mis en mouvement par l'eau amassée dans un réservoir ou Étang situé au fond du port dans la partie appelée anse du moulin à Poudre* ». ⁶⁷

Selon le rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies, rédigé par les membres de la commission nommés par les autorités supérieures pour son examen, la machine à poulies construite à Brest serait l'œuvre du citoyen Édouard Dialt (ou Dyat). Toutefois, les sources montrent qu'il s'agit d'un ouvrier anglais engagé par Le Turc en 1787. Il a réalisé l'installation des machines de la poulisserie de l'arsenal de Brest, mais n'est pas leur inventeur comme il en est fait mention dans le rapport⁶⁸. Les machines qui équipent Lorient et Brest sont conçues en Angleterre par Walter Taylors père (?-1762) et Walter Taylors fils (1734-1803)⁶⁹, fournisseur exclusif de la Royal Navy depuis 1759. Les Walter Taylors père et fils ont lancé leur entreprise en 1754 à Southampton. Ils ont dans un premier temps utilisé l'énergie humaine pour faire fonctionner leurs machines, mais ils ont rapidement adopté un moulin à cheval et sont passés à la force hydraulique sur la River Test en 1770⁷⁰.

Dans son « *Mémoire sur les poulies et moufles anglaises* » de 1786, envoyé au maréchal de Castries, l'ingénieur mécanicien Le Turc évoque les machines de Taylor :

*« Plus les poulies des vaisseaux sont parfaites, moins il faut employer de force dans les manœuvres, cette vérité est incontestable. Les Anglais convaincus des avantages que la marine pouvait retirer de cette perfection n'ont cessé de faire des recherches et des essais pour les rendre parfaites. Il y a environ 25 ans qu'un M. Taylor de Southampton trouva une nouvelle méthode de les fabriquer par des moyens mécaniques avec tant de précision, que cette invention a pour ainsi dire causé une révolution dans la manœuvre des vaisseaux. »*⁷¹

conséquence qu'une machine à peu près semblable, mais un peu moins parfaite a été établie par lui à L'Orient depuis plusieurs années. » ([Annexe](#) Transcription p 87-110)

⁶⁶ Ibid. " Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies (1795) "

⁶⁷ Ibid.

⁶⁸ Ibid. « la machine à poulies construite dans le port de Brest, par son inventeur, le Citoyen Dialt »

⁶⁹ Carolyn C. Cooper, « *The Portsmouth System of Manufacture* », *Technology and Culture*, Vol. 25, No. 2 (Apr., 1984), pp. 182-225

⁷⁰ Carolyn C. Cooper, Ibid, p.186

⁷¹ Sylviane Llinares. Ibid, p.355

Les machines de la poultrie de Lorient en 1787 et celle de Brest en 1794 sont les mêmes, elles viennent toutes de l'entreprise de Walter Taylors, commandées par l'ingénieur mécanicien Le Turc et installées par le même mécanicien anglais, à savoir Edouard Dialt (ou Dyat).

2.3) Les usages de l'artefact

Étape 3 : Les usages de l'artefact. Il est ici question de la phase d'utilisation de l'artefact, des modifications qui ont été effectuées comme des améliorations, des changements d'énergie ou la mise en place de systèmes de sécurité. Cette étape mobilise les acteurs et les savoir-faire associés.

Les bois de construction viennent du Nord (Prusse, Russie, Rhénanie, Scandinavie) ou de France. Les bois français proviennent surtout de Nantes (du dépôt d'Indret), du Havre et parfois de Rouen. Ces ports d'entrepôt réexpédient ainsi les bois des bassins de la Loire (forêt de Bonnétable, La Bretèche, par exemple) et de la Seine (forêt d'Evreux, de Saint-Dizier, etc.) que parcourent des agents de la Marine, chargés de préserver les arbres propres au service⁷² (Figure 19⁷³).



Figure 19 : Extension d'un arrière-pays portuaire au xviii^e siècle : le cas du bois de construction pour le port de Brest entre 1756-1792

Un navire de guerre est une forêt sur l'eau composé à 90 % de chêne. La construction d'un vaisseau de 74 canons (60 m de long) nécessite l'abattage d'environ 2 500 chênes centenaires. Les appareils et pièces d'accastillage utilisent au mieux les qualités physiques et mécaniques propres à certaines essences comme le hêtre, le frêne ainsi que l'orme et le gaïac. L'orme, dur et élastique, a une excellente résistance à la fente. Le gaïac, surnommé « bois de fer », en raison de sa dureté, possède quant à lui des propriétés autolubrifiantes.

⁷² Le Roc'h-Morgère Louis. *La logistique des port et arsenal de Brest au milieu du XVIII^e siècle. Notes de géographie historique.* In : *Hommes et Terres du Nord*, numéro hors-série 1988. Campagnes et littoraux d'Europe. Mélanges offerts à Pierre Flatrès. pp. 77-85

⁷³ David Plouviez, *Contraintes de temps, contraintes d'espaces, Annales de Bretagne et des Pays de l'Ouest*, 117-3 | 2010, p 55-72

Aucun traité concernant la fabrication des poulies au XVIII^e siècle n'a été pour le moment mis au jour. Fort heureusement, il subsiste des ressources sur lesquelles s'appuyer, notamment le manuscrit de Deslongchamps, de son titre original « *Recueil de machines, d'outils et d'ustensiles, en usage pour la construction et carène des vaisseaux, et de tout ce qui se rapporte à leurs armements, dans un Arsenal de marine.* ».

Ce manuscrit fut rédigé par le grand père, le père puis par Louis-Jean Deslongchamps dit l'aîné (1721- 1771), Lieutenant des Vaisseaux du Roi du port de Brest, dont il achève la rédaction en 1763. Sur 331 pages, 44 sont consacrées aux poulies et aux outils des poulieurs.⁷⁴

Dans ce manuscrit ne figurent que des outils manuels, toutefois il semble qu'il y ait des manques. En effet, il n'y a pas de représentation d'outils de sciage ni même d'instruments de mesure. Pour être efficaces, les poulies doivent être faites avec une grande précision ; le vice-amiral Armand de Kersaint (1742-1793)⁷⁵ considère même les poulies comme étant « *sans doute de tous les ouvrages d'un arsenal de marine celui qui exige le plus de perfection.* ». Deslongchamps ne montre aucune trace d'une quelconque machine pour la fabrication des poulies, pourtant il existait au moins une machine utilisée à cette période, le tour à bois, qui permet l'usinage des réas (ou rouets). Le tour pouvait être à énergie humaine, en effet, le poulieur en actionnant une pédale avec le pied, entraînant une courroie reliée à une roue munie d'un contrepoids. Ce faisant, elle entraînait la pièce à mettre en forme.

Grâce au manuscrit de Delongchamps ainsi qu'aux réponses relatives au projet de marché de la poulterie (1803)⁷⁶, une hypothèse peut être émise sur le processus de fabrication des poulies avant 1794 (Figure 20 et 21) :

⁷⁴ Recueil de machines, d'outils et d'ustensiles, en usage pour la construction et carène des vaisseaux, et de tout ce qui se rapporte à leurs armements, dans un Arsenal de marine. Chapitre : « Plans des poulies de toutes espèces et de toutes sortes d'Appareaux pour virer des vaisseaux a terre sur la calle » p 212 à 254

⁷⁵ Armand de Kersaint « Mémoire sur le gréement » 1786

⁷⁶ SHDMR_REP_1S_Fonds-Hubert. « réponse aux notes relatives au projet de marché de la poulterie (1803) » : « *d'abord équarrir le billots, tracer la courbe de la poulie, hacher suivant cette courbe, tracer les mortaises, percer cinq de tarière pour la vider et finir de la vider avec le ciseau, ensuite percer le trou de l'essieu et finir la caisse de la poulie avec le couteau à deux manches.* »

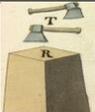
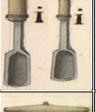
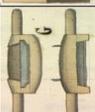
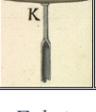
Nom et croquis des outils	Operations	Numéros de phases	Nom et croquis des outils	Operations	Numéros de phases
Herminette	Equarrissage	1	Scie	Tronçonnage	1
Scie	Tronçonnage	2	Rabot / Ciseau / Scie	Mise en formes grossière	2
Tarière 	Mortaisage	3	Tour	Mise en forme	3
Hachette 	Dégrossissage de la caisse	4	Gouge 	creusement de la gorge	4
Rabot 	Mise en formes de la caisse	5	Tarière 	perçage de l'axe	5
Tarière 	Perçage de l'axe	6			

Figure 20 : Fabrication du réa d'une poulie
 Source images : Manuscrit de Deslongchamps

Figure 21 : Fabrication de la caisse d'une poulie
 Source images : Manuscrit de Deslongchamps

La technique proposée (Figure 20 et 21) n'est évidemment pas la seule possible pour réaliser ce type de poulie, de même pour les outils de fabrication. Néanmoins, cela permet de rendre compte de la multitude de manipulations et d'outils employés par le poulieur avant la mécanisation en 1794.

Le nombre de poulieurs au sein de l'arsenal n'est pas fixe. En effet, l'effectif peut varier en fonction du nombre d'armements à réaliser sur une période donnée. En avril 1776, l'arsenal de Brest employait 32 poulieurs, en juin, 80 et, enfin passe à 47 poulieurs en août. Entre 1785 et 1788, le nombre de poulieurs est en légère augmentation, passant de 54 à 64 poulieurs⁷⁷.

Après l'arrêté du Comité de Salut Public, seule la poulierie de Brest voit le jour.

Le nouvel atelier de l'arsenal de Brest est fonctionnel en 1795. L'ouverture de la nouvelle poulierie est suivie par une inspection :

⁷⁷ Sylviane Llinares. Ibid, p 139-140

« la commission nommés par les autorités supérieures pour examiner la machine à poulies construite dans le port de Brest, par son inventeur, le Citoyen Dialt, en avont fait l'examen avec beaucoup de soin les 12 et 16 Vendémiaire [4 et 8 octobre]⁷⁸ »

La poulterie de Brest est équipée selon le modèle de Lorient, toutefois celle de Brest est à énergie hydraulique contrairement à celle de Lorient qui fonctionne grâce à la traction animale. Le rapport indique l'utilisation de l'énergie hydraulique :

« La commission a remarqué quant au mécanisme qu'il est mis en mouvement par l'eau amassée dans un réservoir ou Etang situé au fond du port dans la partie appelée anse du moulin à Poudre ; un aqueduc en maçonnerie ayant 19 toises de long sur 5½ Pouces de pente conduit l'eau à une vanne ayant 21 pouces de large, radier a une élévation telle qu'il n'y a que 32 pouces d'eau au dessus de lui lorsque l'Étang est plein de manière à ne pas gêner le jeu du Moulin supérieur élévation qui a l'inconvénient de diminuer le Magasin d'eau en réserve et l'avantage d'augmenter l'effet de sa chute, parceque la vitesse est moins contrariée par la contraction de la veine fluide.⁷⁹ »

L'emploi de l'énergie hydraulique pour un atelier de poulterie est une innovation importante si on le compare à l'emploi de l'énergie animale utilisée à Lorient, ou avec l'énergie humaine employée jusque-là à Brest. Néanmoins, le moteur hydraulique est attesté en Europe depuis l'Antiquité, il est notamment décrit dans le Traité d'architecture de Vitruve « *De architectura* »⁸⁰.

Le système mis en place pour la fabrication des poulies à Brest est le suivant :

L'eau contenue dans l'étang en amont de la poulterie est acheminée par un petit aqueduc jusqu'à une vanne mobile, qui est plus ou moins élevée en fonction des besoins en eau ; l'eau circule dans un radier⁸¹ une fois la vanne élevée à la hauteur voulue (selon le rapport, l'élévation est en général de 3 pouces soit environ 8 cm), au bout du radier l'eau chute sur la roue à eau de 20 pieds de diamètre sur 28 pouces d'épaisseur (environ 6,5m de diamètre et 76 cm d'épaisseur) et entraîne sa rotation (environ 4 tours par minute). La roue à eau entraîne une roue motrice qui à son tour entraîne la roue de frottement qui communique alors le mouvement au reste de la

⁷⁸ Ibid, « Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies » (1795)

⁷⁹ Ibid. « Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies » (1795)

⁸⁰ Jean Gimpel, *La révolution industrielle du Moyen Âge*, Paris, Seuil, 1975, p. 129-130.

⁸¹ Ouvrage de charpente ou de maçonnerie qui soutient ou protège une construction hydraulique

machine par l'intermédiaire de huit roulettes motrices qui actionnent des brancards. Ce mécanisme complexe réalisé entièrement en bois est l'œuvre du citoyen Jean Douillard, qui a également réalisé la charpente de la machine à poulie de Lorient en 1787.

Ce système actionne les diverses machines de l'atelier, elles sont au nombre de neuf : une grande scie, une moyenne scie, une machine à percer, une machine à mortaiser, une affleureuse, une grande meule ainsi que quatre tours à bois.

Le 10 frimaire de l'an IV [1 décembre 1795], dans une lettre de la commission adressée au Ministre de la marine et des colonies, ce nouvel atelier est jugé conforme aux exigences. En effet, la commission propose que :

« La machine dans son état actuel mérite d'être comptés en nombre des ateliers du port, et bien que susceptible de recevoir encore d'utils accroissemens dont son auteur s'occupe en ce moment, nous vous proposons d'ordonner qu'elle soit reçue et mise en activité comme atelier permanent. ⁸² »

Par les essais réalisés, la commission estime que la machine de Brest a la capacité de répondre au-delà des besoins de l'arsenal. De plus, elle propose que la poulie de Brest concentre l'ensemble de l'activité de fabrication des poulies des autres ports. ⁸³

L'activité de la poulie de Brest est profondément modifiée avec l'introduction de machines-outils dans la fabrication des poulies. Certaines préexistaient certainement comme le tour à bois ou encore la meule à aiguiser, mais les autres ont cependant nécessité une formation. La première des machines décrites est la scie mécanique pour scier le bois de gaiac (Figure 22) :

« La machine servant à scier les billes de gayac met en jeu une grande scie dont la lame qui a 5 pieds environ de long est fixée sur le milieu à peu près des cotés d'un chassis en bois et contenue par deux montants ayant entre eux deux pieds d'intervalle chacun d'eux a une coulisse large de 3 pouces et a jour, dans la quelle le chassis de la scie peut glisser dans le sens de la longueur [...]. La bille à scier est fixée sur un fort madrier ou banc horizontal par une espèce de machoire en fer que fait agir une double presse [...]. Une vis

⁸² Ibid. « Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies (1795) »

⁸³ Ibid. « Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies (1795) » « Les produits, ainsi que vous pouvez le conclure de la lecture de notre rapport, passeront de beaucoup les besoins du port de Brest ; et offriront aux autres ports des ressources d'autant plus utiles, que les ouvriers deviennent partout plus rares et plus chers, et suffira que vous ordonniez que les bois propres à alimenter la machine de Brest, soient de préférence portés en ce port qui après les avoir travaillés fera sur les autres ports des versements proportionnés à leur besoins.»

de pression placée au bas et sur le côté d'un des montants fixe le banc au point convenable, une autre située entre les montants forme arret en avant de la bille afin qu'il suffise de l'appuyer contre pour être toujours sur de scier les tronçons à la même épaisseur, on place sur le banc un madrier volant facile à renouveler et servant à le garantir des traits de scie qu'il recevois sans ce la lorsqu'elle acheve de scier la bille qui porte sur ce madrier. [...].⁸⁴ »

La scie mécanique remplace le sciage à la main et comporte trois avantages majeurs selon la commission. Le premier avantage est qu'elle ne nécessite la présence que d'un seul homme. En effet avec ce système, un seul homme est en capacité de scier la bille de gaiac, là où le sciage à la main en nécessite deux. Le deuxième avantage est que cette machine permet de gagner du temps en économisant le temps de repos du scieur. Enfin, le troisième avantage est que la coupe est plus régulière, ce qui économise du bois ainsi que du travail de reprise.⁸⁵

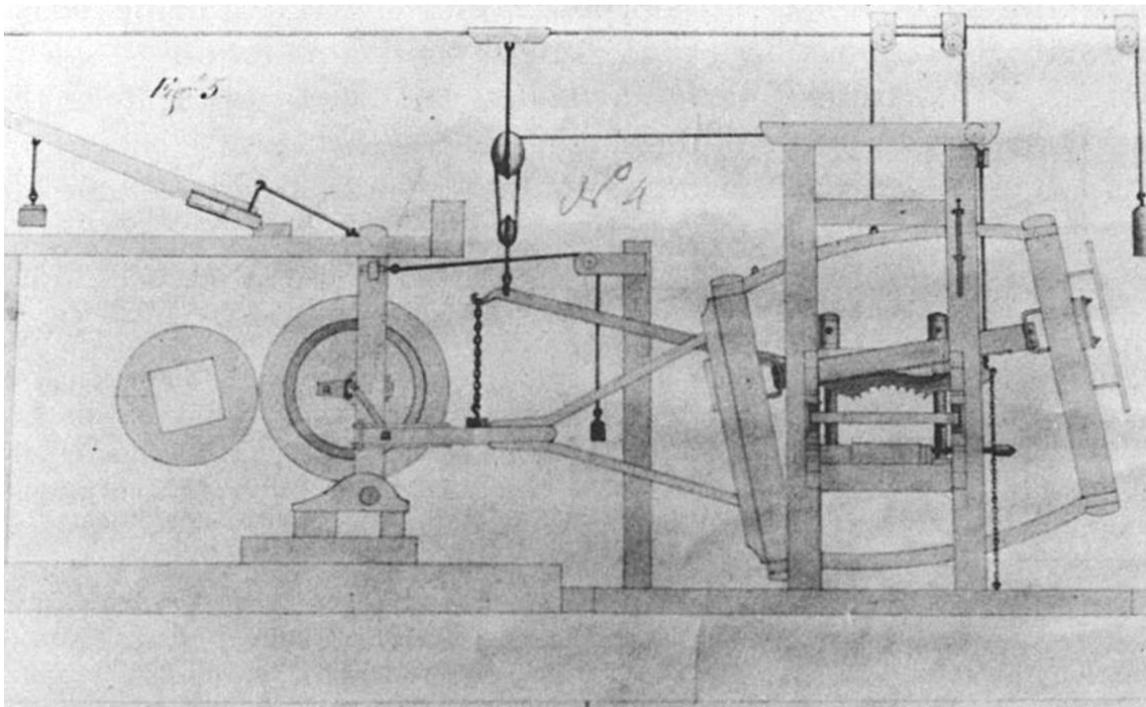


Figure 22 : Scie à cadre horizontale de Taylors⁸⁶

⁸⁴ Ibid. « Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies (1795) »

⁸⁵ Ibid. « Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies (1795) » « la direction de la scie est invariable, ainsi que celle de la bille, d'où il résulte qu'on peut réduire ces tronçons à n'avoir de plus que le rouet, quant à l'épaisseur, que ce qu'il faut indispensablement pour en polir les faces ; réduction impossible lorsqu'on scie à la main, parce qu'il reste alors des irrégularités immanquables, telles qu'on est obligé pour pouvoir les corriger sur le tour de donner une épaisseur sensiblement plus forte qu'au rouet. Ce dernier moyen a de plus l'inconvénient d'exiger un homme de plus et trois fois plus de temps au moins, sans y comprendre celui du repos indispensable. [...] **la machine à scier est très avantageuse puisqu'un mécanisme simple, solide et coutant peu d'entretien, on économise des bras et une qualité de bois très rare et très cher** »

⁸⁶ Carolyn C. Cooper, Ibid, p. 190

La machine qui a remplacé une activité jusqu'ici manuelle est la machine à percer (Figure 23). Celle-ci est employée pour percer le trou d'axe d'essieu du rouet, de la caisse d'une poulie, mais également les trous des mortaises avant le passage de la caisse sur la mortaiseuse ainsi que les trous accueillant les dés de cuivre dans le rouet (en changeant l'outil). Cette machine remplace complètement l'utilisation de la tarière utilisée avant 1795 pour réaliser les mêmes opérations.

Elle est décrite dans le rapport de 1795 :

« La machine servant à percer les rouets ou prisses de poulies imprime le mouvement de rotation à un arbre en fer porté par deux fortes poupées dont l'une à pointe appuyé contre son bout, et dont l'autre à collet l'embrasse de manière à laisser en avant une saillie ou l'on fixe les diverse outils à percer ; cet arbre porte entre les deux poupées une poulie ayant 12 pouces de diamètre, à la quelle le mouvement de rotation est imprimé par la courroye d'une roulette de renvoy, que met en jeu celle d'une roulette motrice extérieure. Ces roulettes de renvoy, qui servent à donner plus de vitesse sont formées d'une roue dont la tranche à une gorge plate de 3 pouces environ de large ; cette roue a un moyen traversé par un axe en fer servant de support. [...] l'outil est fixé dans une boîte en fer qui porte l'arbre et perce en tournant des trous plus ou moins grands en raison de ses dimensions, trous cependant dont le plus grands n'excede pas 4 pouces quant au gayac, et 3 pouces quant à l'orme, [...], l'arbre de la machine à percer fait 15 révolution au moins par seconde.⁸⁷ »

Cette machine est équipée d'un chariot mobile permettant de guider la pièce à percer sur l'outil (la mèche) *« de manière à ce qu'un homme appuyant sur le bout de son garant presse le chariot contre les outils avec assez de force pour leur faire produire l'effet qu'on désire »⁸⁸*. L'utilisation de cette machine comporte de nombreux avantages. Ainsi, selon le rapport de la commission, elle est d'une part multifonction, mais également relativement simple d'utilisation. Les rapporteurs précisent que *« un homme quelconque peut avoir sous trois jours au plus, l'instruction nécessaire »⁸⁹*. Cette phrase illustre une dépossession des savoir-faire des artisans par la mécanisation. Les ouvriers de l'arsenal ont toujours fait l'objet d'une surveillance par leur intérêt stratégique, mais également par leur précieuse utilité lorsqu'ils possèdent des savoir-

⁸⁷ Ibid. « Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies (1795) »

⁸⁸ Ibid. « Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies (1795) »

⁸⁹ Ibid. « Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies (1795) »

faire indispensables. Le fait de les remplacer en partie par des machines et des "acteurs" moins qualifiés illustre les débuts du machinisme⁹⁰.

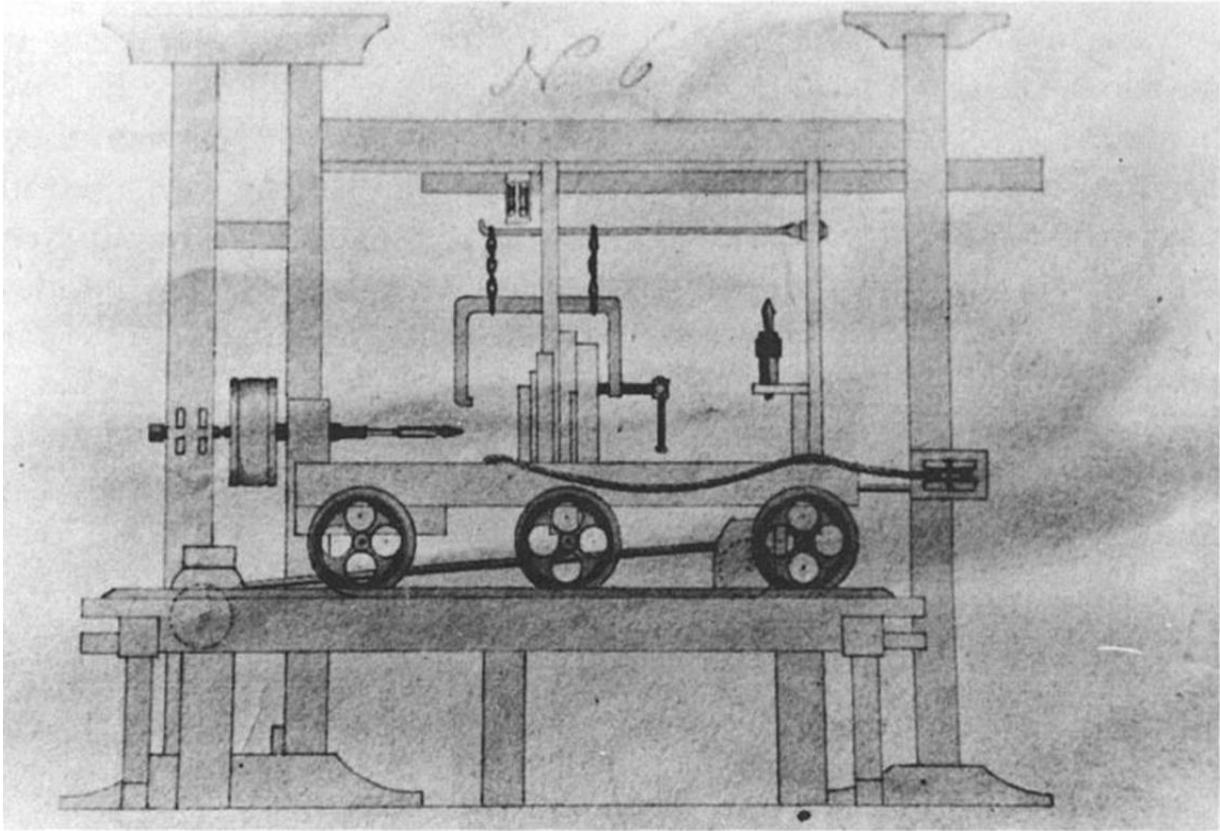


Figure 23 : Machine à percer de Taylors⁹¹

Une troisième machine est introduite en 1795 dans l'unité de production industrielle, il s'agit de la mortaiseuse, c'est-à-dire la machine servant à ouvrir les mortaises des caisses à poulies. Elle remplace en grande partie l'utilisation du ciseau à bois. La mortaiseuse (Figure 24) est utilisée pour créer l'emplacement du ou des rouet(s) des caisses de poulie. Elle est décrite dans le rapport comme ceci :

« La machine servant à ouvrir les mortaises des caisses à poulies fait mouvoir un outil formé par plusieurs rondelles d'acier épaisses d'une ligne environ et dentées en scie, elle ont un diamètre à peu près égal à la largeur de la caisse et sont placées à la distance convenable au nombre de deux par mortaise sur un arbre en fer contenu entre des

⁹⁰ Machinisme (CNRTL) : Système technique de production, qui s'instaure lorsque les forces productives ont atteint un certain niveau de développement, et qui repose sur l'emploi des machines ; généralisation et prolifération de l'emploi des machines. Ce terme a été inventé en français par l'historien Jules Michelet en 1846, dans son texte intitulé « Le Peuple ».

⁹¹ Carolyn C. Cooper, Ibid, p. 190

*poupées*⁹² [...]. La caisse dont on veut former les mortaises est fixée contre un fort madrier vertical appelé tablier par quatre fortes vis de pression placées deux à deux de chaque côté d'un enfoncement carré destiné à contenir la caisse [...]; cette caisse, lorsque le bois est découpé d'un côté se retourne de l'autre. La roulette motrice extérieure qui fait marcher la scie moyenne, ainsi que sa courroie imprime à l'outil le mouvement de rotation nécessaire, à l'aide d'un rouet placé sur son arbre, ayant 18 pouces de diamètre et faisant 283 révolutions par minutes.⁹³ »

L'emploi de cette mortaiseuse change radicalement la façon de faire des poulieurs. En effet, là où il fallait plusieurs heures à un ouvrier pour ouvrir une mortaise à l'aide d'un ciseau à bois, l'ouvrier réalise l'opération en quelques minutes seulement. La façon de travailler le bois est également complètement différente, l'ouverture d'une mortaise se faisant jusque-là par enlèvement de copeaux jusqu'à créer un trou dans le bois. Cette machine n'utilise pas ce procédé ; elle scie la caisse à l'aide de rondelles dentées puis l'ouvrier utilise son ciseau pour sectionner les derniers points d'accroche.

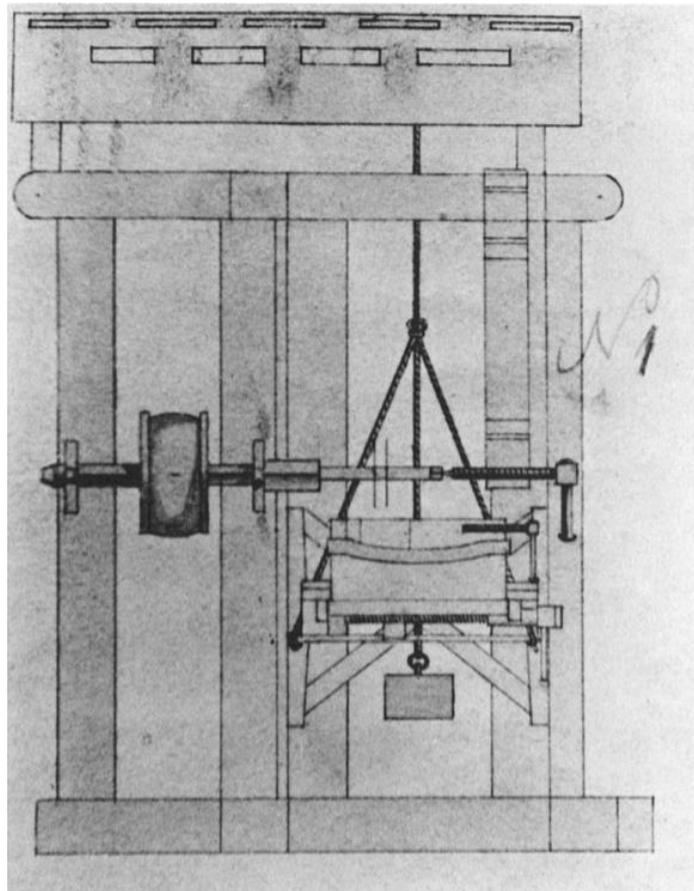


Figure 24 : Machine à mortaiser de Taylors⁹⁴

⁹² Chacun des organes d'une machine-outil qui maintient ou guide la rotation d'une pièce tournante.

⁹³ Ibid. "Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies (1795)

⁹⁴ Carolyn C. Cooper, Ibid, p. 191

Les avantages de cette machine selon les rapporteurs sont la rapidité d'exécution mais également l'économie de main d'œuvre car « *un seul homme peut servir cette machine* »⁹⁵.

La commission relève un temps d'exécution très court :

*« il a fallu deux minutes 30 secondes pour fraizer jusqu'au centre les deux cotés des mortaises ; un ouvrier a ensuite coupé les points d'adhérence qui restoient en enlevant le bois avec un ciseau, ce qui a exigé 21 minutes environ. L'opération totale pour mortaiser cette caisse a donc duré 31 minutes 30 secondes. »*⁹⁶.

L'opération de mortaisage s'effectue en une demi-heure environ contre 3 heures au moins pour exécuter le même travail par un ouvrier « *en employant les moyens ordinaires* »⁹⁷, c'est-à-dire à l'aide d'un ciseau qu'il doit bien savoir manier.

Par l'analyse des temps de fabrication indiqués dans le rapport (Figure 25), on peut déduire le temps approximatif de fabrication d'une poulie par les méthodes manuelles et mécaniques :

Opérations de fabrication	Temps avant 1795 manuellement	Temps après 1795 mécaniquement
Rouet / Essieu / dès de cuivre	24h	1h9min
Caisse	3h	31min
Total :	27h	1h40min

Figure 25 : Comparatif des temps de fabrication avant et après 1795⁹⁸

Pour mener à bien la fabrication des poulies, les rapporteurs précisent « *que douze hommes quelconques peuvent exécuter for service et y faire assez de poulies pour en fournir à ce qu'on croit au-delà des besoin de Brest.* »⁹⁹ »

Toutefois la poulie nécessite bien plus d'hommes pour réaliser l'ensemble des divers ouvrages. L'unité de production industrielle fabrique des poulies mais également une grande partie des pièces d'accastillage en bois des navires, et assure la réparation des pièces endommagées. Dans une « *Réponse aux notes de l'inspecteur de marine, relative au nouveau*

⁹⁵ Ibid. « Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies (1795) »

⁹⁶ Ibid.

⁹⁷ Ibid.

⁹⁸ Données recueillies dans « Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies (1795) »

⁹⁹ Ibid. « Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies (1795) »

projet de marché de la poulterie »¹⁰⁰ datant de 1803, son auteur détaille la production de la poulterie au mois de ventôse de l'an 11 (mars 1803) ; on y dénombre environ 38 ouvrages différents dont des poulies, mais également des pompes, des heuses, des chopines, des gaules, etc.

Pour réaliser l'ensemble de la production du mois de mars 1803, la poulterie comprenait 5 contremaîtres et aides, 54 ouvriers, 34 apprentis ainsi que 9 journaliers, soit un total de 102 hommes pour la fabrication de 3312 pièces et la réparation de 759 autres pièces.

- Neuf journaliers et deux ouvriers pour la réparation de 2 pompes, 27 caliornes à 3 rouets, 49 caliornes à 2 rouets ainsi que 581 poulies simples.
- Trente-quatre apprentis pour la fabrication de 421 rouets de gayac, 1 burin, 2 moutons de cloche, 12 boîtes d'estampille ainsi que 2 moules pour casque d'apprenti.
- Cinquante-deux ouvriers réalisant le reste de la production.
- Cinq contremaîtres et aides en charge du contrôle de la fabrication.

L'ensemble des contremaîtres et aides, ouvriers, apprentis et journaliers sont payés à la journée (Figure 26), les salaires cumulés représentent un total d'environ 2611 francs pour le mois de mars 1803.

Dépense totale en journées pendant le mois d'après les notes relatives au projet de marché de la poulterie de 1803 :

5 contremaîtres et aides	124 journées	233 francs
54 ouvriers de 1,60 à 0,90 [francs par journée]	1228 journées	1655,56
34 apprentis	796½ journées	507,70
9 journaliers	179 journées	214,80
[Total :] 102 Hommes	2327½ journées	2611 ^f ,06 ^c

Figure 26 : Rémunération des ouvriers en 1803¹⁰¹

¹⁰⁰ Ibid. « Réponse aux notes relatives au projet de marché de la poulterie (1803) »

¹⁰¹ Ibid. « Réponse aux notes relatives au projet de marché de la poulterie (1803) »

La poultrie de l'arsenal de Brest ne connaît pas d'évolution pendant plusieurs années, c'est entre 1810 et 1820 qu'un nouveau système de fabrication vient équiper l'atelier. Il s'agit des machines de détail mises au point par l'ingénieur français Jean Baptiste Hubert (1781-1845).

Il développe trois machines pour équiper les poultries :

« la machine à mortaiser les caisses de poultries , qui aurait suffi à la consommation de tous les ports, si l'on n'en fût venu à faire des caisses de poultries d'assemblage; [...] la machine à encastrier les dés de réas de poultries en cuivre, d'un usage journalier, et qui fut portée, dès le premier essai , au degré de perfectionnement qu'elle pouvait atteindre ; Et l'insaisissable machine à tourner les gournables coniques, en bois de fil droit ou tors , au moyen d'un burin annulaire brisé, s'ouvrant à tous diamètres dans son mouvement longitudinal sur une génératrice soulevée elle-même par une pédale.¹⁰² »

À notre connaissance, il n'existe presque aucune description ni aucun plan des machines de l'ingénieur de Marine Hubert. Toutefois, il existe une courte description de la mortaiseuse (Figure 27)¹⁰³ qui nous est parvenue dans le manuel descriptif de Pierre Charles François Dupin (1784-1873) et Gaspard Clair François Marie Riche de Prony (1755-1839) publié en 1816.

¹⁰² M. Poirré , *Annales maritimes et coloniales : publiées avec l'approbation du ministre de la marine et des colonies*, 1848. p. 85

¹⁰³ *Annales de Mathématiques pures et appliquées*, tome 7, (1816-1817), p. 69-82
<http://www.numdam.org/item?id=AMPA_1816-1817__7__69_0>

Machine à mortaiser les caisses des poulies.

Une des parties difficiles du travail de la fabrication d'une poulie est le creusement de la mortaise à pratiquer dans la caisse ou chappe destinée à contenir le rouet. La machine que M. Hubert a fait construire, pour exécuter ce travail, est une de celles qui, pour être bien conçues, exigent particulièrement qu'on ait les dessins ou un modèle sous les yeux. Nous dirons, en peu de mots, que les ciseaux, d'une forme particulière et nouvelle, destinés à creuser ces mortaises, sont mis dans une situation verticale, suspendus à un levier horizontal, et maintenus de manière à se mouvoir verticalement. Le point d'attache de ces ciseaux est placé entre l'axe de rotation du levier et son autre extrémité, à laquelle se trouve suspendue une tige de fer verticale, terminée à sa partie inférieure par deux crémaillères parallèles réunies à leurs extrémités par des portions de cercles dentés; cette pièce d'engrenage est menée par un pignon fixe qui produit un mouvement vertical de va et vient. Le moyen d'assurer l'alternation et la fixité de cet engrenage nous a paru nouveau.

Le ciseau ayant ainsi un mouvement périodique de montée et de descente, il ne s'agit plus que de lui présenter les parties successives du bois qu'il doit enlever pour former la mortaise, et c'est encore le levier qui produit cet effet, par le moyen d'une tige de fer, au bas de laquelle se trouve un encliquetage à rochet qui fait tourner une vis, dont la rotation détermine le mouvement progressif d'une espèce de charriot auquel la pièce de bois à mortaiser est attachée. Ainsi, lorsque cette pièce de bois a été préalablement équarrie, percée d'un trou dont le diamètre est égal à la largeur de la mortaise et mise solidement en place sur son charriot, il ne reste, pour achever le travail, qu'à tourner la roue du va et vient.

Figure 27 : Extrait de l'article sur la machine à mortaiser les caisses des poulies

Source : Annales de Mathématiques pures et appliquées, tome 7

Elle est dans un premier temps conçue pour le port arsenal de Rochefort puis est installée au début du XIXe siècle à Brest. Cette machine-outil est souvent évoquée dans les manuels descriptifs du XIXe siècle, mais très peu s'attardent sur sa description, la machine étant considérée comme bien connue de tous. Les descriptions des machines-outils sont principalement celles de l'ingénieur Marc Isambart Brunel (1769-1849) dont les machines furent installées à Portsmouth en 1808, en employant des ouvriers non qualifiés¹⁰⁴.

En 1838, dans un rapport sur le matériel de la Marine, le baron Jean-Marguerite Tupinier (1779-1850) décrit la poulie de Brest :

¹⁰⁴ Harold Bagust, *The greater genius ? : a biography of Marc Isambard Brunel*, Hersham, Ian Allan, 2006, 160 p

« On voit encore à Brest la machine à frottements qui fait mouvoir des scies, des tours, des outils à percer, à l'usage des poulieurs; mais cette machine, que l'insuffisance des eaux dont elle reçoit le mouvement force à chômer souvent, a d'ailleurs toute l'imperfection des premiers essais qu'on a faits pour introduire en France l'usage des mécaniques; c'est , en d'autres termes, un produit de l'enfance de l'art¹⁰⁵ »

Il semble donc que la machine hydraulique construite en 1795 et les machines de l'ingénieur Hubert aient coexistées. En effet, de nouvelles machines s'ajoutent aux existantes mais le nouveau système technique ne fait toutefois pas disparaître l'ancien, quand bien même il soit considéré comme imparfait.

En 1832, un projet d'installation d'une machine à vapeur pour équiper la poulie voit le jour à Brest.¹⁰⁶ Un plan de l'arsenal de Brest datant de 1832 indique cependant la poulie et son étang, mais en 1837 cette mention disparaît. Cette information pourrait indiquer le passage de l'unité de production industrielle à la vapeur entre 1832 et 1837.

L'introduction de la vapeur marque la volonté des autorités de se soustraire à l'obligation d'avoir un cours d'eau ou un étang pour entraîner les machines. Le lieu de production pouvait alors être déplacé. Dans le cas de la poulie, le lieu reste le même, ce qui va à l'inverse du mouvement général. Une partie de la réponse tient en l'obligation de garder les bâtiments de production les uns proches des autres dans l'enceinte de l'arsenal. L'autre est une volonté d'adopter sur place une nouvelle source d'énergie dans sa compétition avec la poulie de Lorient, qui est équipée d'une machine à vapeur entre 1824, date de la démolition de l'ancienne poulie¹⁰⁷, et 1839¹⁰⁸.

Dans l'ouvrage de P. Levot « *Histoire de la ville et du port Brest, le port depuis 1681* » publié en 1865, l'auteur indique le changement de localisation de la poulie avec la construction d'une nouvelle scierie mécanique à vapeur (Figure 28 et 29), qui accueille au premier étage la poulie :

« Le petit hangar du fond renferme la machine à vapeur qui donne le mouvement à l'ensemble des machines, avec ses chaudières. Cet appareil est une ancienne machine marine provenant de l'avis le Rubis. Sur les 60 chevaux qu'elle donne, il s'agit ici de chevaux nominaux, ce qui équivaut à près de 480 chevaux vapeur ordinaires, 40 sont absorbés par l'ensemble des engins de la scierie, et 20 par ceux de la poulie. [...] »

¹⁰⁵ Rapport sur le matériel de la marine, présenté à M. le vice-amiral de Rosamel, ministre secrétaire d'état au département de la marine et des colonies, par M. le Bon Tupinier. 1838 p 181-182

¹⁰⁶ SHD, DD2 703 II 85 a 217. Atelier de la poulie. - Projet d'installation d'une machine à vapeur : plans détaillés. 1832

¹⁰⁷ Sylviane Llinares, Ibid, p 147

¹⁰⁸ *Panorama pittoresque de la France*, Firmin-Didot frères, Tome V, Paris, 1839.

La poulie dans la seconde moitié du XIXe siècle connaît de profonds changements. Un nouvel atelier prend place entre 1857 et 1860 sur la rive méridionale de l'anse de la Tonnellerie¹¹⁰. La poulie emploie alors un nouveau type d'énergie ainsi que des nouvelles machines-outils :

« L'atelier de la poulie [...] est une grande salle, fort bien éclairée, où **les machines-outils** sont disposées sur **trois rangées parallèles et mises en mouvement par trois lignes d'arbres** dont les paliers sont supportés par un système ingénieux de poutres armées très fortes, fixées aux solives du plafond. [...]. **Cet atelier contient 51 machines qui servent toutes principalement à deux genres de fabrication, celle du pouliage, d'une part, et, de l'autre, celle des gournables [...].** Ces appareils sont, pour la plupart, **des tours à bois et à métaux, ou de petites scies circulaires ou sans fin**. Nous citerons parmi ceux qui attirent le plus l'attention :

1° **deux machines à façonner les joues des poulies**, qui constituent une application nouvelle et fort ingénieuse d'un principe déjà mis en œuvre dans plusieurs appareils, notamment pour la reproduction mécanique des sculptures ;

2° **une machine à mortaiser**, assez connue, du reste, par son emploi dans quelques grands ateliers de construction ;

3° les **deux appareils servant à la fabrication des gournables**, dont le premier donne, par un système assez élégant de support mobile, une forme conique parfaitement régulière à des pièces à peine ébauchées, tandis que la seconde est un véritable laminoir conique qui termine complètement la gournable, en même temps qu'il la réduit par une compression très énergique de 4/9 environ de son diamètre. [...].

Le bois qui se travaille le plus dans cet atelier est le gayac qui présente une dureté excessive et exige des soins particuliers. Ces détails suffisent pour **donner une idée de l'importance de ces ateliers et de l'intérêt qu'ils offrent** au visiteur [...] Ces ateliers ont été construits sur les plans de M. Verrier, exécutés par M. Riou-Kerhalet. L'entrepreneur a été M. Tritschler qui a aussi construit la seconde partie des ateliers du plateau des Capucins¹¹¹.»

La poulie de l'arsenal de Brest atteint sans doute son apogée technique en 1860, sous le Second Empire, avec ses 51 machines. Les machines sont réparties sur trois rangées au premier

¹¹⁰ Le Bouëdec, Gérard, *Les mutations techniques des arsenaux bretons au XIXe siècle*. Geslin, Claude. *La vie industrielle en Bretagne : Une mémoire à conserver*. Rennes : Presses universitaires de Rennes, 2001. (pp. 95-106)

¹¹¹ P. Levot, *Ibid*, p 363-364.

étage d'un bâtiment de 103 mètres de long sur 12,40 m de large soit environ 1277 m²¹¹². La surface de la poulie a donc peu ou prou doublé vis-à-vis de l'ancien atelier situé dans l'ancien moulin à poudre. À partir du moment où la scierie mécanique de l'anse de la tonnellerie est mentionnée sur les cartes, la mention de la poulie disparaît totalement. L'ancienne poulie du moulin à poudre semble être complètement rasée vers 1898 (Figure 28).

2.4) L'obsolescence

Étape 4 : Cette phase du cycle de vie de l'artefact est celle de l'obsolescence. L'artefact ne répond plus aux besoins. Cette phase peut conduire à une destruction de l'artefact.

La navigation à voile atteint son apogée avec les navires de commerce comme les fameux steamers américains de la fin du XIXe siècle. Toutefois, la maîtrise de la propulsion à hélice ouvre la voie, à partir de 1842, à une véritable marine de combat à vapeur. Pendant la guerre de Crimée (1853-1856), Jean-Étienne-Théodore Ducos (1801-1855), Ministre de la Marine et des Colonies sous Napoléon III, décide de moderniser la marine de guerre et, parmi les modifications, fixe par arrêté un modèle réglementaire de poulie¹¹³. Après la guerre de Crimée, la propulsion à hélice s'impose totalement¹¹⁴. Les progrès réalisés dans le traitement de l'acier vers 1880 permettent son utilisation non seulement pour les coques, mais aussi pour les mâtures et certaines pièces du gréement. Les bâtiments de guerre se transforment radicalement ; la technique acier-vapeur remplace celle du bois et de la voile¹¹⁵. Pourtant, certains ateliers utilisant le bois subsistent toujours comme le bâtiment de la scierie représenté en 1906 sur un plan de l'embouchure de la rade de Brest (Figure 30). Les innovations ne chassent donc pas forcément immédiatement les anciennes techniques.

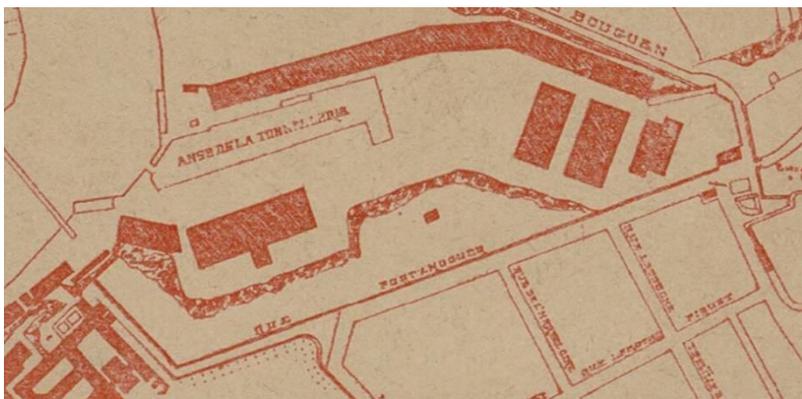


Figure 30 : Port de commerce de Porstrein / Plan dressé par F. Bouvier, ingénieur civil – 1906, Plan imprimé des ports et de l'embouchure de la rade de Brest.

¹¹² Le Bouëdec, Gérard, Ibid.

¹¹³ Comme en témoigne le *Bulletin officiel de la Marine, Ministère de la marine et des colonies*, Paris : Imp. Nationale, n° 12, 1916, p. 517.

¹¹⁴ Le Bouëdec, Gérard. Ibid

¹¹⁵ Llinares, Sylviane, Ibid, p22.

Bien que les cuirassés soient essentiellement constitués de métal et que leurs propulsions soient assurées à la fois par la voile et la vapeur, on continue bien sûr d’observer l’utilisation des poulies, par exemple sur le cuirassé *Le Redoutable* lancé en 1876 (Figure 31), premier cuirassé des arsenaux sous la troisième République. Toutefois, le nombre de ces pièces semble avoir considérablement diminué.

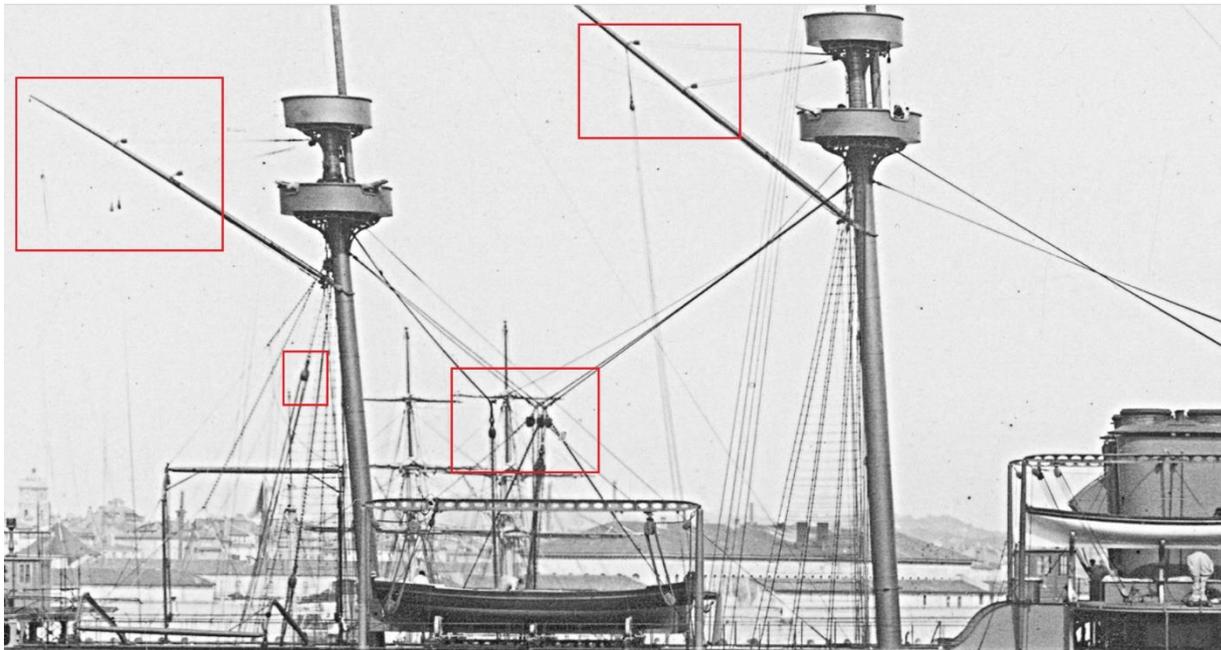


Figure 31 : Vue des mâts du cuirassé *Le Redoutable*¹¹⁶

L’emploi des poulies dans la marine de guerre à la fin du XIXe siècle est considérablement moindre. Néanmoins, aucune source trouvée jusqu’ici ne mentionne explicitement la fin de l’activité de la poulie, qui doit sans doute se situer au début du XXe siècle, faute de débouché. La destruction du bâtiment n’est malheureusement pas mieux documentée. Il est possible qu’il ait été rasé lors des bombardements de Brest en 1944 à l’instar d’autres ateliers de l’arsenal comme les corderies¹¹⁷.

¹¹⁶ Tony Gibbons, *The Complete Encyclopedia of Battleships and Battlecruisers : A Technical Directory of all the World's Capital Ships from 1860 to the Present Day*, Londres, Salamander Books Ltd, 1983, 272 p ([Annexe](#) Le Redoutable (1889) p 129)

¹¹⁷ Marie-Morgane Abiven. Ibid, p211.

2.5) La patrimonialisation

Étape 5 : Cette dernière étape est celle de la « patrimonialisation ».

Il ne reste aujourd’hui plus de trace des trois pouleries de l’arsenal de Brest (Figure 32). Les archives, plans et sources iconographiques sont les seuls témoins de l’existence de cet atelier pourtant essentiel au fonctionnement des navires. L’arsenal de Brest aura eu trois pouleries successives : la première située dans le bâtiment du magasin général, la seconde située dans l’ancien moulin à poudre sur la rive méridionale de l’anse de la Tonnellerie et la dernière au creux de la même anse dans le même bâtiment que la scierie mécanique (Figure 33).

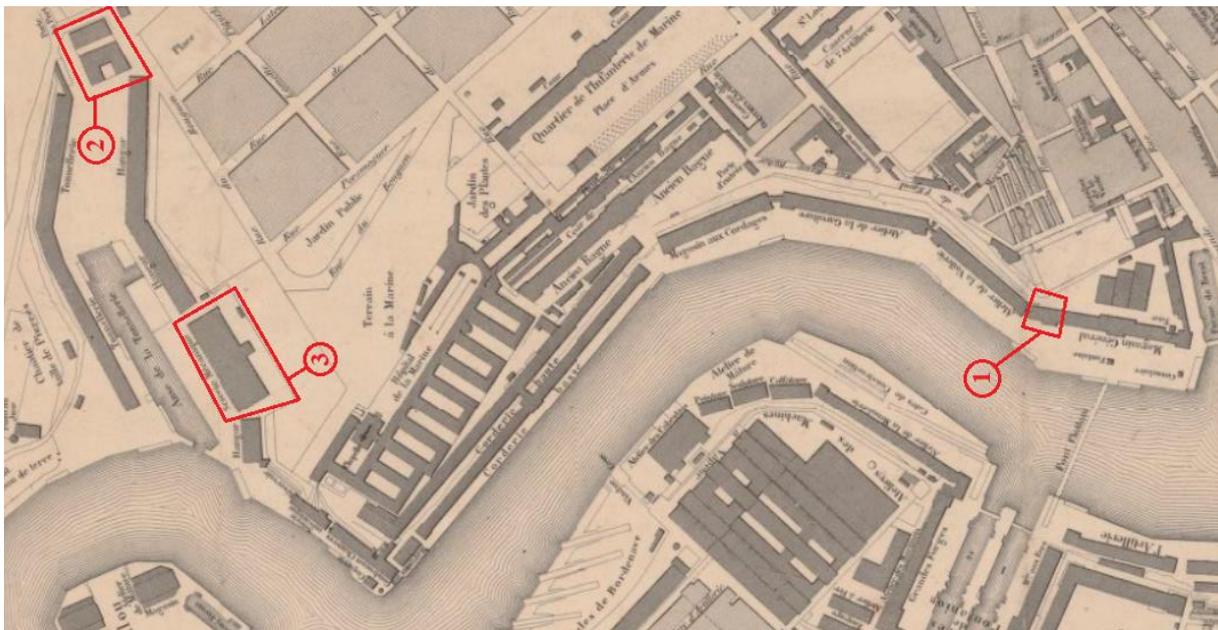


Figure 32 : Extrait d'un Plan de la ville et du port de Brest avec une légende historique du XIXe siècle / par M. Magado - Positionnement des pouleries de l’arsenal
Source : Gallica

Légende : ① de 1676 à 1795 / ② de 1795 à 1860 / ③ de 1860 à ?

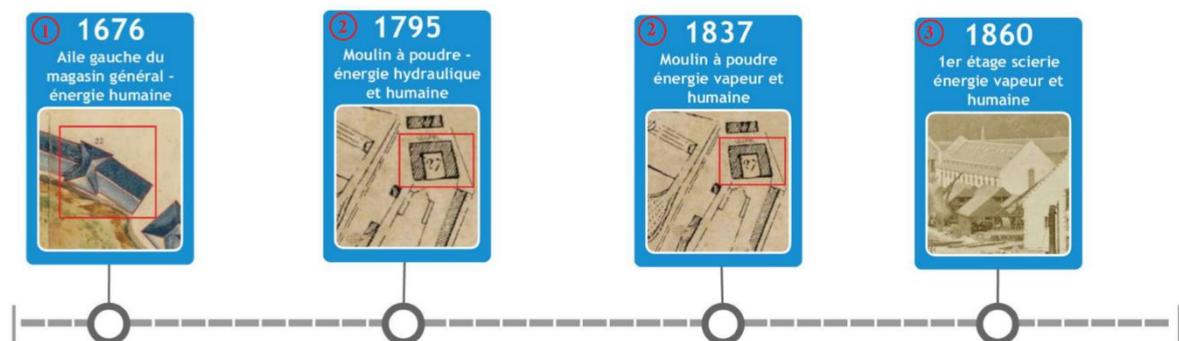


Figure 33 : Chronologie de la poulerie de l’arsenal de Brest - Emplacements géographiques et énergies

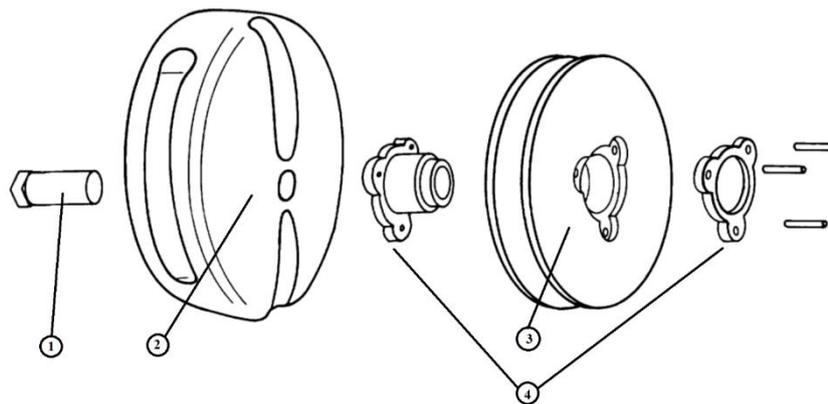
Conclusion :

Au sein de l'arsenal de Brest - considéré comme un macro-système complexe - la poulie est une composante essentielle au temps de la marine à voile, qui perdure pourtant jusqu'à l'époque de la propulsion à vapeur, avant de disparaître sans laisser de traces dans la Marine. Par l'utilisation du modèle HST-ARSENAL, nous avons mis en évidence les différentes phases d'évolution de la poulie, notamment par l'étude des machines-outils et du type d'énergie mobilisée, de son émergence en 1676 sous l'influence du colbertisme augmentant considérablement le besoin en poulies pour équiper la nouvelle flotte, à ses évolutions techniques, matérielles, humaines et spatiales jusqu'en 1860 suite au passage à la vapeur comme énergie motrice pour les machines-outils.

Ce modèle nous permet de proposer une chronologie en identifiant les différentes étapes du « cycle de vie » de la poulie. Toutefois, ce modèle atteint ses limites lorsqu'il s'agit de comprendre en détail le processus de fabrication des poulies et la mobilisation des savoir-faire des ouvriers. Pour pallier ce défaut, nous proposons d'enrichir notre modèle par d'autres types de données et de sources que celles présentées jusqu'ici.

III- Enrichissement du modèle HST-ARSENAL par des méthodes industrielles modernes de conceptualisation

Après l'étude de l'activité de l'unité de production industrielle, nous allons analyser plus spécifiquement la nouvelle méthode de fabrication des poulies avec l'utilisation des machines de Taylors et l'emploi de l'énergie hydraulique mis en place à partir de 1794. Pour ce faire, nous avons adapté trois méthodes industrielles modernes de conceptualisation et de représentation de la production, qui permettent de décrire l'ensemble des étapes de fabrication : une gamme d'usinage, des contrats de phases et un processus de fabrication. Les sources principalement utilisées pour leurs réalisations sont le « *Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies* » de 1795 ainsi que la « *Réponse aux notes relatives au projet de marché de la poulie* » de 1803. Cette partie du travail de recherche vise à mettre en lumière, spécifiquement la production des poulies et de ce fait, à mieux comprendre les nouvelles méthodes de production mises en place dans la poulie de l'arsenal de Brest à la fin du XVIIIe siècle. Dans ce travail, les méthodes industrielles modernes sont appliquées à une poulie simple (Figure34).



① Essieu ② Caisse

Figure 34 : Schéma en vue éclatée d'une poulie simple
Source : Carolyn C. Cooper Ibid. p184

③ Rouet ④ Dêts

1) La gamme d'usinage / opératoire

La première étape pour comprendre la fabrication d'une poulie simple en 1795 est la constitution d'une gamme de flux (Figure 35). Elle permet de visualiser les différentes étapes d'usinage pour chaque pièce, d'en distinguer les phases de travail manuel et celles impliquant une machine-outil.

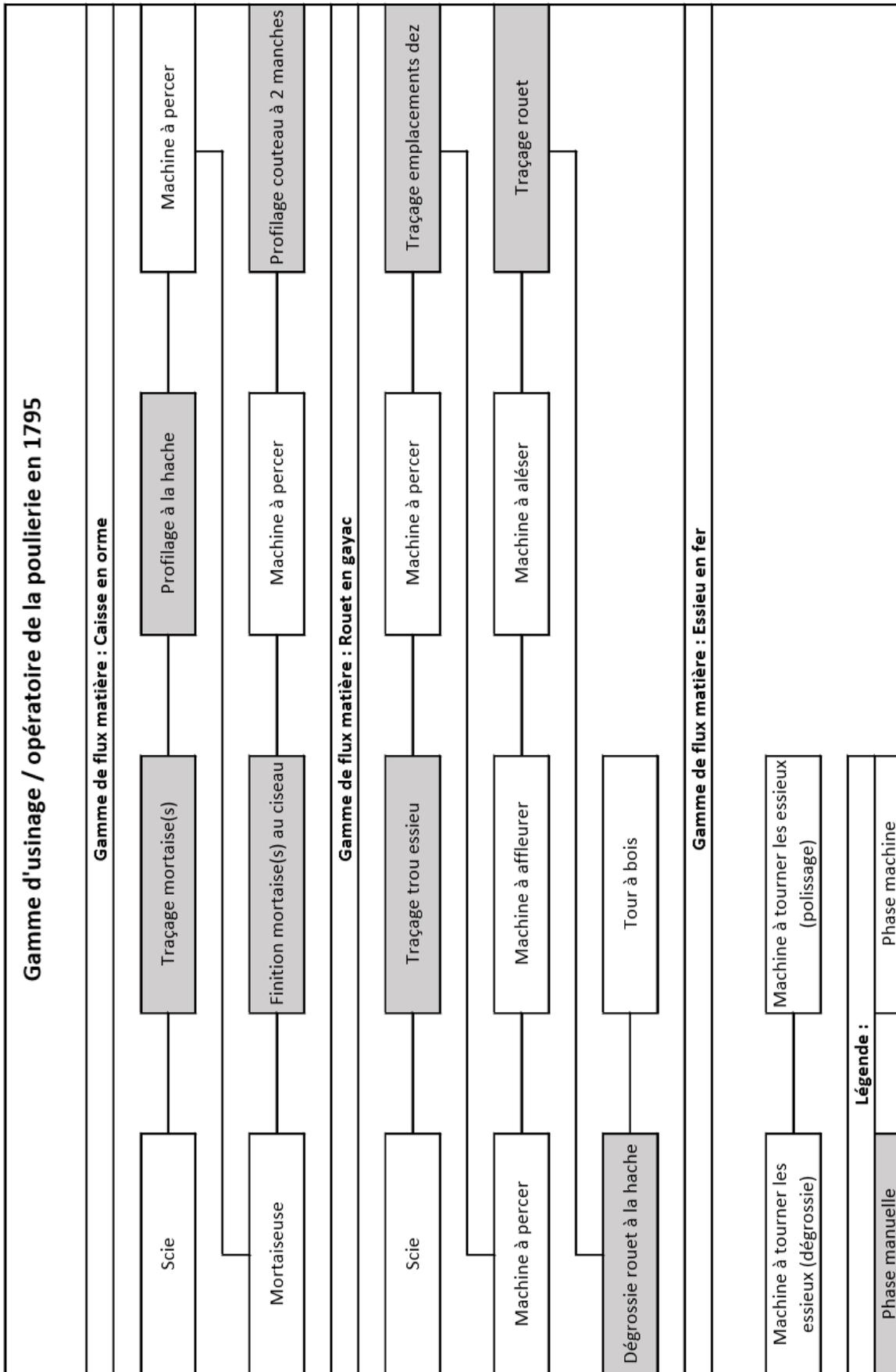


Figure 35 : Gamme d'usinage / opératoire de la poulterie en 1795

Ce document montre l'importance prise par les machines dans la fabrication des poulies dans l'atelier de la poulterie à partir de 1795. En effet, sur les 18 étapes que comporte la fabrication d'une poulie, 10 d'entre elles comportent l'utilisation d'une machine-outil (en blanc), tandis que les 8 restantes sont, quant à elles, assurées par l'utilisation d'outils manuels (en gris). À la lecture de ce document, on comprend qu'à partir de 1795, le savoir-faire des poulieurs subit des changements profonds, tout comme leur relation à leurs outils de travail. En effet, avant la mécanisation de la poulterie, les poulieurs possèdent un savoir-faire dans le maniement des outils qu'ils détiennent (ciseau à bois, gouge, etc.) pour la réalisation de l'ensemble des phases de fabrication. Après la mécanisation, la majorité des phases est réalisée par l'utilisation de machines-outils que le poulieur ne possède pas, et sur lesquelles il n'a pas le contrôle. Il devient de ce fait dépendant de ces nouveaux outils de production pour exercer son métier. De plus, seules quatre phases dans la fabrication nécessitent encore l'utilisation d'outils manuels : le profilage grossier de la caisse, à l'aide d'une hache ; le profilage définitif de la caisse, à l'aide d'un couteau à deux manches ; la finition de la mortaise de la caisse, à l'aide d'un ciseau à bois ; et le tournage du rouet, à l'aide d'une gouge. Ce document met en exergue une tendance de la fin du XVIII^e siècle, qui se poursuit et s'intensifie tout au long du XIX^e siècle, à savoir une dépossession des savoir-faire des artisans au profit d'une mécanisation. Celle-ci ne nécessitant que peu de connaissances techniques pour l'ouvrier. En outre, cela montre concrètement l'impact du machinisme sur le savoir-faire des poulieurs et sur leur façon de produire des poulies.

2) Les contrats de phases

À chaque étape de fabrication est associé un contrat de phase, ce qui permet de visualiser concrètement chaque opération. C'est donc l'ensemble des informations utiles à la réalisation de la pièce qui figure sur ce document. Pour l'illustrer, nous allons prendre pour exemple les contrats de phases de l'essieu (Figure 36-37), les informations contenues dans chaque contrat de phases sont directement issues du « *Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies (1795)* » ainsi que de la « *réponse aux notes relatives au projet de marché de la poulie (1803)* ».

CONTRAT DE PHASE	Ensemble : Poulie simple de 9 pouces		Lieux de fabrication : Poulie Brest	
	Pièce : Essieu			
Phase n°1	Matière : Fer		Type d'ouvrier : Ouvrier qualifié	
	Nombre : 1			
Désignation : Dégrossie				
Machine-outil : Tour				
Fixation : Poupée fixe et mobile				
				
Désignation opérations	Eléments de coupe			Outillage Fabrication
	Elévation vanne	Nombres de tours	Temps	
Dégrossie	2 Pouces	5 tr/sec	2 min 45 sec	Robot avec lame à grain d'orge

Figure 36 : Contrat de phase 1 essieu (Dégrossie)

CONTRAT DE PHASE	Ensemble : Poulie simple de 9 pouces			Lieux de fabrication : Poulerie Brest
	Pièce : Essieu			
Phase n°2	Matière : Fer			Type d'ouvrier : Ouvrier qualifié
	Nombre : 1			
Désignation : Polissage				
Machine-outil : Tour				
Fixation : Poupée fixe et mobile				
				
Désignation opérations	Eléments de coupe			Outillage
	Elévation vanne	Nombres de tours	Temps	Fabrication
Polissage	2 Pouces	5 tr/sec	4 min	Rabot à large lame en biseau quarré

Figure 37 : Contrat de phase 2 essieu (Polissage)

Les contrats de phases permettent de visualiser l'ensemble des opérations, nécessaires à la fabrication, effectuées par l'ouvrier. Ce type de document constitue ici une synthèse des descriptions des étapes de fabrication présentes dans le rapport de 1795. Pour chaque étape, un contrat de phase a été établi (Annexe [Contrats de phases](#) p 111 à 127).

Un contrat de phase comporte plusieurs parties renseignant sur différents détails de la fabrication : l'état de la pièce, la machine-outil utilisée, la matière de la pièce, le mode de fixation de la pièce, l'outil utilisé pour l'usinage, etc. Une partie en particulier est consacrée au temps d'usinage qui figure dans le rapport. Chaque étape est chronométrée et une comparaison est également faite avec la méthode manuelle. Les auteurs du rapport insistent sur la rapidité d'exécution mais également sur l'économie du temps de repos, comme nous pouvons le voir dans leurs critiques de l'ancienne méthode : « *Ce dernier moyen a de plus l'inconvénient d'exiger un homme de plus et **trois fois plus de temps au moins, sans y comprendre celui du repos***¹¹⁸ ». Le temps de fabrication ou l'économie de repos sont des arguments présentés en faveur du nouveau système de production. Le temps est ici central, la durée de fabrication d'une poulie est considérablement réduite avec la mécanisation (de 27h avec la méthode manuelle à 1h40 avec la nouvelle méthode mécanique). Cette réduction de temps illustre un changement majeur dans la production. En effet, le rythme de la fabrication était assuré par la rapidité d'exécution des tâches liées au savoir-faire des poulieurs jusqu'en 1795. Après cette date, le système mécanique impose son rythme dans l'atelier. Les machines sont alimentées par l'énergie hydraulique dont le débit régule leur vitesse d'exécution ainsi que celle des ouvriers.

De plus, on peut comprendre l'intérêt pour la rapidité de travail par le fait que les ouvriers sont payés à la journée et non à l'ouvrage (principe du système de l'entreprise¹¹⁹). L'objectif des autorités est alors de faire réaliser un maximum de pièces, en une journée, par les ouvriers.

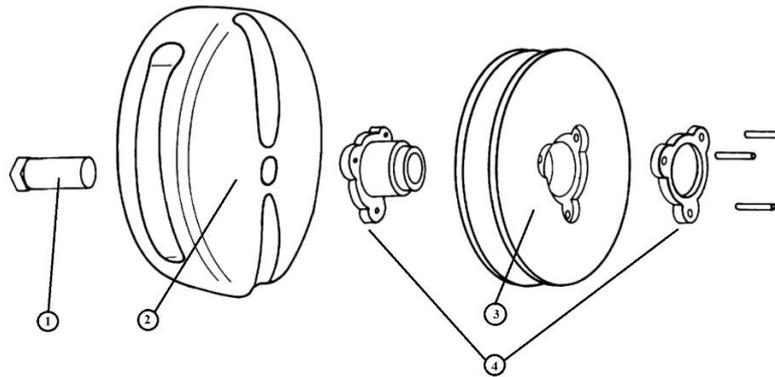
¹¹⁸ Ibid. « Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies (1795) »

¹¹⁹ Sylviane Llinares, *L'apprentissage dans les arsenaux de la Marine au XVIII^e siècle, Techniques & Culture* [En ligne], 45 | 2005. URL : <http://journals.openedition.org/tc/1446> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/tc.1446>

3) Le processus de fabrication

Un dernier document nous permet de représenter les étapes pour obtenir une poulie en 1795. Il s'agit du processus de fabrication (Figure 38), ici associé au schéma éclaté d'une poulie (Figure 39).

Figure 39 : Schéma en vue éclatée d'une poulie



PROCESSUS DE FABRICATION					
ENSEMBLE : Poulie simple de 9 pouces					
Désignation des éléments		Caisse	Rouet	Essieu	Dès
Nombre		1	1	1	2
Repère		2	3	1	4
Phases	M.O				
Tronçonnage	ST	●	●		
Traçage	Man	●	●		
Profilage grossier	Man	●			
Perçage	MàP	●			
Mortaisage	MOR	●			
Perçage trou essieu	MàP	●	●		
Profilage	Man	●		●	
Perçage des emplacements des	MàP			●	
Affleurage	AFL			●	●
Dégrossissage	Man			●	
Tournage	Man			●	
Assemblage	Man			●	

Figure 38 : Processus de fabrication

Le processus de fabrication reprend les étapes d'usinage ainsi que le nombre de pièces qui composent la poulie jusqu'à l'assemblage définitif de celle-ci. Ce document synthétise la fabrication. Il permet de montrer le nombre de manipulations pièce par pièce pour obtenir un produit fini.

En 1795, une division des tâches est opérée. Là où l'ensemble des opérations était maîtrisé et effectué par un poulieur, la mécanisation entraîne une division des tâches. Un ouvrier est par exemple en charge du perçage de la caisse, tandis qu'un autre est en charge du mortaisage. Dans cette nouvelle organisation, seuls les contremaîtres ont un regard global sur la fabrication des poulies, et ce, sans participer à la production¹²⁰.

Conclusion :

Les trois documents peuvent être vus comme une synthèse des sources historiques utilisées pour leurs conceptions, vis-à-vis de la production. Ils permettent de représenter spécifiquement la production, ce qui en fait une entrée pour l'analyse fine du mode de production et des changements qui l'impactent, aussi bien dans les savoir-faire que dans les dispositifs techniques de production.

L'application de la gamme opératoire met tout d'abord en évidence l'importance prise par la mécanisation dans la fabrication des poulies au sein de l'atelier, et montre de façon claire le déplacement du savoir-faire de l'artisan vers la machine. Les contrats de phases détaillent ensuite l'ensemble des opérations nécessaires à la fabrication, qui sont effectuées par l'ouvrier. Ils valorisent notamment les temps de fabrication, qui se révèlent considérablement réduits avec la mécanisation. Enfin, le processus de fabrication, qui synthétise les étapes de la fabrication, permet de montrer les multiples manipulations pour obtenir un produit fini. Il illustre la division des tâches qui se met en place à partir de 1795.

Ces méthodes industrielles modernes de conceptualisation constituent un enrichissement du modèle HST-ARSENAL, car elles apportent un éclairage sur le système productif. Elles sont des outils d'analyse de la production, là où HST-ARSENAL aborde le sujet de façon plus générale, cette méthode permet de mettre en lumière les différents outils et machines utilisés, de plus elle permet d'associer en fonction de chaque étape la qualification de l'ouvrier de façon claire en restant au plus proche des sources. Cela permet de visualiser en partie la production telle que les sources nous la décrivent au début du XIXe siècle.

¹²⁰ Ibid. « Réponse aux notes relatives au projet de marché de la poulie (1803) »

IV- Valorisation d'un paysage culturel disparu

1) Le patrimoine disparu

Pour aborder la question du patrimoine culturel disparu, il faut dans un premier temps s'intéresser à ce qui caractérise ce type de patrimoine.

L'Unesco caractérise le patrimoine culturel selon trois types : tout d'abord les monuments, qui sont des œuvres architecturales, de sculptures ou de peintures monumentales, des éléments ou structures de caractère archéologique, des inscriptions, des grottes et groupes d'éléments, qui ont une valeur universelle exceptionnelle du point de vue de l'histoire, de l'art ou de la science. Viennent ensuite les ensembles, qui sont considérés comme des groupes de constructions isolées ou réunies qui, en raison de leur architecture, de leur unité, ou de leur intégration dans le paysage, ont une valeur universelle exceptionnelle du point de vue de l'histoire, de l'art ou de la science. Enfin, les sites, qui sont définis comme des œuvres de l'homme ou œuvres conjuguées de l'homme et de la nature, ainsi que les zones, y compris les sites archéologiques, qui ont une valeur universelle exceptionnelle du point de vue historique, esthétique, ethnologique ou anthropologique.

Pour comprendre ce qui sous-tend cette étude, il faut nous pencher sur la définition des types de patrimoine culturel, nous l'avons évoqué en introduction, mais il convient ici de se pencher davantage sur cette notion centrale de ce présent chapitre et notamment sur le patrimoine culturel matériel et immatériel. Selon l'Unesco, on entend par patrimoine culturel matériel le patrimoine culturel mobilier comme les peintures, les sculptures, les monnaies, les instruments de musiques, les armes, les manuscrits, etc. ; le patrimoine culturel immobilier comme les monuments, ou encore les sites archéologiques ; le patrimoine culturel subaquatique comme les épaves de navire, les ruines et cités enfouies sous les mers.

L'Unesco considère le patrimoine culturel immatériel comme étant « *des pratiques, des représentations, des expressions, des connaissances et des savoir-faire, ainsi que les instruments, objets, artefacts et espaces culturels qui leur sont associés que les communautés, les groupes et, le cas échéant, les individus reconnaissent comme faisant partie de leur patrimoine culturel* ¹²¹ ».

À la lumière de cette définition, la poulisserie de l'arsenal de Brest, bien qu'ayant disparu, peut être considérée comme relevant à la fois du patrimoine matériel et immatériel. En effet, une

¹²¹ Ibid *Indicateurs UNESCO de la culture pour le développement: manuel méthodologique*

forme de matérialité subsiste au travers des manuscrits qui nous sont parvenus comme celui de Deslongchamps. Il est également question de patrimoine immatériel car certains écrits subsistent et comportent des descriptions permettant d'illustrer des pratiques et des savoir-faire. On observe également une pérennisation de l'outillage associé à l'activité des poulieurs avec des ciseaux à bois, des gouges, etc. qui sont encore utilisés de nos jours dans les métiers du bois. Malgré la mise en lumière d'un certain nombre d'informations concernant la poulisserie, le recueil de données s'avère tout de même relativement pauvre.

2) Le recueil de données

Les ressources disponibles sont, comme nous l'avons évoqué plus tôt, relativement peu abondantes. Toutefois, trois sources primaires sont à souligner pour cette étude.

La première source importante concernant la poulisserie avant 1795 est le manuscrit de Deslongchamps, conservé à la bibliothèque municipale de la ville de Brest¹²², de son titre original : « *Recueil de machines, d'outils et d'ustensiles, en usage pour la construction et carène des vaisseaux, et de tout ce qui se rapporte à leurs armements, dans un Arsenal de marine* ». Ce manuscrit date de 1763 et porte la signature du lieutenant de vaisseaux Deslonchamps l'aîné. Il est composé à l'intention de personnes ayant en charge une réalisation, un montage, une mise en œuvre ou un essai de matériel de marine.¹²³ Ce manuscrit est précieux car il donne des renseignements sur les outils utilisés par les poulieurs avant la mécanisation de 1795 ainsi que sur les différents types de poulies utilisés dans la marine. Néanmoins, il ne livre aucune information sur la façon dont ils étaient employés.

Les autres sources majeures de cette étude sont issues du Fonds-Hubert conservé au Service Historique de la Défense (SHD) de Rochefort¹²⁴. Ce fonds nous renseigne sur la poulisserie sur une période allant de 1795 à 1803. Les deux documents principaux sont le « *Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies* » de 1795 ainsi que le document intitulé « *Réponse aux notes de l'inspecteur de marine, relative au nouveau projet de marché de la poulisserie* » de 1803.

Ces deux documents sont au cœur de cette étude et nous renseignent sur une étape décisive : son changement de localisation qui a donné lieu à sa mécanisation. Le second document livre

¹²² BM de Brest cote: MS54

¹²³ Bernard Quéré. *La communication scientifique et technique par les outils graphiques de 1750 à 1850 dans le contexte de la Bretagne*. Histoire. Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales (EHESS), 2005. Français. fftel-00012205f

¹²⁴ SHDMR_REP_1S_Fonds-Hubert / Fonds Hubert / Machine à centrer, à percer les rouets des poulies et à mortaiser. Cote : MR 1 S 10

des informations sur la production, le nombre d'ouvriers et leurs qualifications. Les données recueillies semblent valoir pour la période 1795-1837.

Entre 1837, date de l'installation d'une machine à vapeur dans la poulie et la construction d'une nouvelle poulie entre 1857 et 1860, nous constatons un manque de sources important.

La dernière source clé pour l'étude de la poulie est l'ouvrage de Prosper Levot¹²⁵ *Histoire la ville et du port Brest, le port depuis 1681* publié en 1865. Ce document nous renseigne sur la poulie après 1860, sur son nouvel emplacement au premier étage de la scierie mécanique, mais également sur la disposition des machines-outils entre autres.

Pour pallier un certain nombre de manques dans les sources primaires, notamment sur les machines-outils mises en place en 1795 dans la poulie de l'arsenal de Brest, il a été nécessaire de recourir à la comparaison avec des unités de production semblables, notamment avec l'arsenal de Portsmouth en Angleterre. Pour cela, l'ouvrage de Carolyn C. Cooper « *The Portsmouth System of Manufacture* » publié en 1984 a été d'une importance cruciale. Cet ouvrage décrit certaines machines-outils développées par Taylor pour la poulie de Portsmouth ; ce sont ces mêmes machines-outils qui équipent la poulie de Lorient et de Brest à la fin du XVIIIe siècle. Il comporte également des descriptions des machines mises au point par l'ingénieur Marc Isambart Brunel (1769-1849) au début du XIXe siècle. Cela nous permet, dans une certaine mesure, de rendre compte de l'évolution des machines au début du siècle, et ainsi de combler un manque d'informations sur les machines d'un autre ingénieur, Jean Baptiste Hubert (1781-1845). En effet, cet ingénieur développe des machines similaires dans la même période et pour lesquelles les informations sont très parcellaires. De plus, il comporte une représentation éclatée d'une poulie correspondant exactement à la description donnée dans le « *Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies* » de 1795, notamment sur la forme des dés de cuivre¹²⁶ utilisés durant cette période.

L'arsenal de Brest fait l'objet de publications depuis des décennies et, encore aujourd'hui de nombreux articles paraissent, notamment autour du bagne ou encore de l'atelier des Capucins. Nous pouvons citer par exemple l'article de Céline Angot « *Le plateau des Capucins et l'arsenal de Brest, bâtisseurs de navires* » publié dans le bulletin de la Société Archéologique

¹²⁵ Prosper Jean Levot (1801-1878) bibliothécaire et historien français, auteur de plusieurs ouvrages sur l'histoire de Brest, de la Bretagne et de la Marine.

¹²⁶ Les dés sont insérés entre l'essieu et le rouet d'une poulie, leur rôle est d'éviter le creusement du trou d'axe du rouet par l'essieu engendré par la rotation du rouet lorsque la poulie est sollicitée. A partir de 1795, les dés passent d'une forme carrée à une forme en trèfle.

du Finistère (SAF) en 2015. Toutefois, certains ateliers de l'arsenal de Brest demeurent méconnus par manque de sources ou d'intérêt des chercheurs.

3) La valorisation

La valorisation du patrimoine se définit selon l'école internationale des métiers de la culture et du marché de l'art (IESA) comme consistant à « [...] *faire connaître et à mettre un patrimoine local (architectural, artistique, naturel...) en valeur afin de favoriser l'attractivité du territoire* ». Nous pourrions ajouter que, plus globalement, la valorisation du patrimoine permet également la transmission de connaissances à un public.

Dans le cadre de notre étude, il semble plus pertinent d'utiliser la notion de mise en mémoire. En effet, un patrimoine disparu peut-être assimilable à un patrimoine culturel mobilier quand sa mémoire est perpétuée au moyen des ressources documentaires. Le patrimoine culturel mobilier que sont les ressources documentaires ayant permis cette étude permet de perpétuer la mémoire de ce système auprès du public. De ce fait, nous optons pour le terme de « mise en mémoire », que nous interprétons à partir de la charte « Nizhny Tagil¹²⁷ » de l'ICOMOS¹²⁸. Cette charte indique que les valeurs du patrimoine industriel sont inhérentes aux bâtiments et aux machines, mais également aux recueils de mémoires ainsi qu'à sa documentation, qui sont les seules traces qui nous sont parvenues du système technique de notre étude. Aujourd'hui dans la pratique, quand on parle de valorisation de patrimoine historique disparu ou en péril, pour le public, une des méthodes utilisées le plus couramment est la modélisation en trois dimensions. L'apport de cette méthode est selon Mathieu Rocheleau de :

*« [...] faciliter la compréhension par la présentation d'informations dans une forme beaucoup plus intuitive à propos de la constitution d'un environnement bâti à un moment précis dans le temps. »*¹²⁹

Elle permet une représentation claire d'une structure, et favorise la résurgence d'aspects inconnus, ce qui facilite son appréciation ou son analyse, notamment pour les non-spécialistes de ce sujet, car il faut une sérieuse connaissance scientifique du domaine pour comprendre comment le tout est organisé. En d'autres termes, la modélisation 3D a un double intérêt ; une meilleure interprétation, sur le fonctionnement historique du site, d'un point de vue scientifique et une meilleure valorisation patrimoniale et muséographique. À ce niveau de notre étude et à

¹²⁷ Charte Nizhny Tagil pour Le Patrimoine Industriel / Juillet, 2003 « Ces valeurs sont intrinsèques au site lui-même, à ses structures, à ses composants, à ses machines, à son paysage industriel, à sa documentation et aux souvenirs intangibles de la mémoire des hommes et de leurs coutumes. ».

¹²⁸ Conseil international des monuments et des sites

¹²⁹ Rocheleau Mathieu. *La modélisation 3D comme méthode de recherche en sciences historiques*. 2010

la vue des informations que nous venons d'exposer, nous pouvons alors nous demander si les méthodologies de modélisation 3D seraient appropriées pour valoriser le site de la poultrie auprès du public.

En effet, beaucoup de travaux récents utilisent la reconstitution 3D pour des monuments historiques ; nous citerons comme exemple le projet « Plan de Rome » porté par le Centre interdisciplinaire de Réalité Virtuelle (CIREVE)¹³⁰. Dans le cas de notre unité de production industrielle, un certain nombre de documents existent, nous l'avons vu précédemment. L'enjeu est de savoir si, à eux seuls, ils constituent une ressource suffisante pour réaliser un modèle en 3D historiquement fiable. En effet, la fiabilité scientifique des modèles est centrale en histoire et relève de l'authenticité et de l'intégrité du modèle.

Selon l'Unesco, l'authenticité et l'intégrité se définissent comme suit :

L'authenticité correspond à « *la connaissance et la compréhension des caractéristiques originelles et subséquentes du patrimoine culturel, leur signification et leurs sources d'information comme [...] la forme et la conception, les matériaux et la substance, l'usage et la fonction, la tradition et les techniques, la situation et l'emplacement*¹³¹ ». Cette authenticité est assurée par la vérification des sources d'information.

La notion d'intégrité se caractérise par « *un tout matériel, un caractère complet, un état impeccable ou incorrompu*¹³² ». Les conditions d'intégrité nécessitent d'examiner dans quelle proportion le bien possède les éléments nécessaires pour exprimer sa valeur, mais également dans quelle mesure celui-ci permet une représentation complète des caractéristiques qui permettent la transmission du bien.

¹³⁰ <http://www.unicaen.fr/services/cireve/rome/index.php>

¹³¹ ¹¹⁹ MITCHELL Nora, RÖSSLER Mechtild et TRICAUD Pierre-Marie, *Paysages culturels du patrimoine mondial : guide pratique de conservation et de gestion*, UNESCO, 2011.

Le modèle ne doit être basé que sur des sources fiables et non échafaudées à partir d'interprétations (Figure 40).

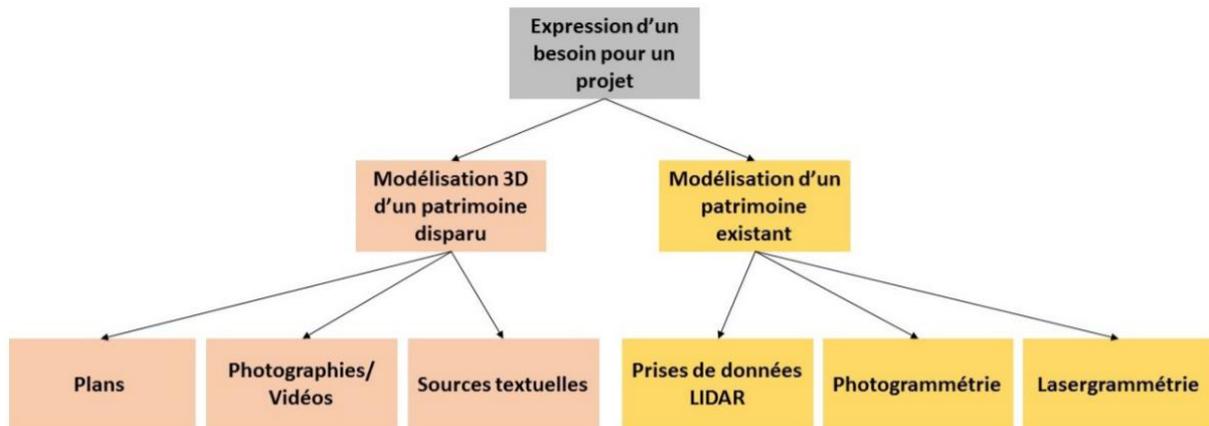


Figure 40 : Deux cas de figure pour la conception de modèles 3D pour le patrimoine

Source : Marie-Morgane Abiven. *Humanités Numériques et méthodes de conservation et de valorisation des patrimoines maritimes. L'exemple des arsenaux de Brest et Venise. Histoire. Université de Bretagne occidentale. Brest, 2019. Français. p.91*

Afin de démontrer cela, il est intéressant de se pencher sur deux modélisations qui ont été réalisées dans l'arsenal de Brest.

Le premier modèle est celui du pont tournant en service de 1861 à 1944, qui franchissait la Penfeld, à Brest, reliant la rue de Siam au quartier de Recouvrance (Figure 41).

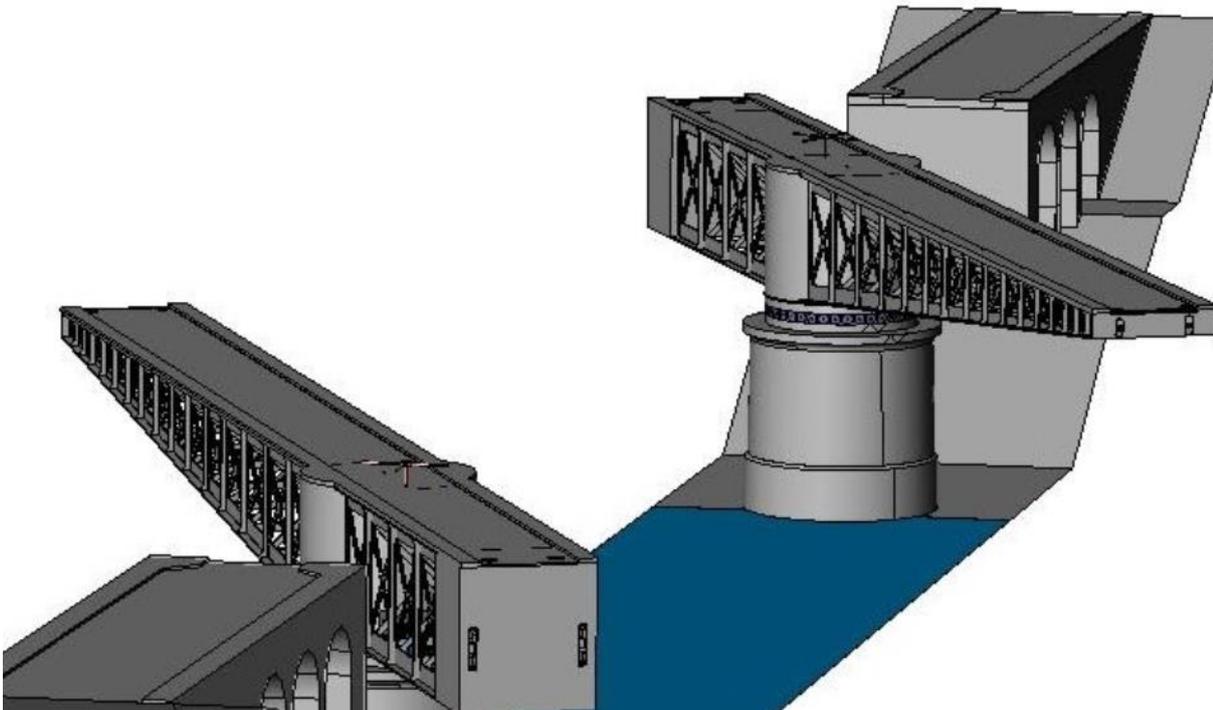


Figure 41 : Maquette 3D du pont-tournant de Brest

Source : Sire, Stéphane: *Les ponts métalliques à Brest au XIXe siècle, les exemples du pont tournant de Recouvrance et du viaduc de Lambézellec. Dans: Bosman, Françoise: L'art du vide. Somogy éditions d'art, Paris (France), 2010. pp. 64-75.*

Ce modèle est valable du point de vue historique car il est construit à partir de sources précises : des plans des ponts et chaussées, des photographies, et une maquette physique. Les informaticiens, pour réaliser cette maquette numérique, se sont basés sur les plans des ingénieurs, donc sur des données exactes. De plus, tous les mécanismes du pont sont connus, et donnent des informations sur le fonctionnement ainsi que sur les procédures associées au pont.

La seconde reconstitution est celle des forges de Pontaniou (Figure 42). La fiabilité du modèle est assurée par une captation LIDAR effectuée en 2014, dans le cadre d'une collaboration avec l'Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM), Brest Métropole Océane, l'Université de Bretagne Occidentale, la Marine Nationale ainsi que Naval Group. Ce procédé, dont l'acronyme signifie « *light detection and ranging* », est une technologie de télédétection par laser produisant un nuage de points qui permet de reconstituer une image tridimensionnelle de la zone balayée, en détectant les formes et leurs distances (Figure 43). La modélisation des forges de Pontaniou a ensuite été améliorée par des ingénieurs informaticiens qui ont complété les informations LIDAR par des photographies prises sur place pour y ajouter des textures et ainsi obtenir une modélisation aussi fidèle que possible. Une maquette en 3D a pu être réalisée car l'atelier est toujours présent dans l'arsenal ainsi que des machines et des outils. De plus, les forgerons,



Figure 42 : Modélisation 3D de l'espace des forges

Source : Marie-Morgane Abiven. *Humanités Numériques et méthodes de conservation et de valorisation des patrimoines maritimes. L'exemple des arsenaux de Brest et Venise. Histoire. Université de Bretagne occidentale. Brest, 2019. Français. p.202*

experts du domaine, ont participé à la validation du modèle ainsi créé. Les détails apportés par les anciens ouvriers ont pu apporter permettent une reconstitution plus proche de la réalité.



Figure 43 : Nuage de points LIDAR du marteau pilon des forges de Pontaniou
Source : Virtualys / vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=fnuPnRaYxeQ>

Il existe des modélisations de bâtiments où les sources employées ne sont pas spécifiées par leur auteur, par exemple une reconstitution 3D du magasin général (Figure 44) réalisée par Daniel Larvor.



Figure 44 : Modélisation 3D du magasin général arsenal Brest rive gauche par Daniel Larvor
Source : http://www.wiki-brest.net/index.php/Fichier:Arsenal_brest_rg_008.JPG

Cette reconstitution est sans doute basée sur un certain nombre de données, seulement celles-ci ne sont pas spécifiées par l'auteur. S'est-il appuyé sur de simples photographies ou des plans précis du bâtiment ? Sans ces informations nous ne pouvons pas considérer ce modèle comme pertinent scientifiquement. Toutefois, ces modèles ne sont pas dénués d'intérêt. En effet, d'un autre point de vue, notamment touristique et économique, ils permettent de visualiser des bâtiments disparus, ou du moins de donner une idée de ce à quoi ils ressemblaient.

La poulterie bénéficie d'une première mise en valeur dans ce travail de recherche. À la lumière des différentes informations, une maquette en 3D pourrait être envisageable mais sous certaines conditions. La première condition, et non des moindres, serait un apport de sources plus important, notamment en plans et gravures car ces documents apportent des informations précises sur la forme du bâtiment, ses dimensions ou encore sur les matériaux utilisés pour sa construction. Quelques photographies montrant partiellement le bâtiment de la nouvelle poulterie existent après 1860, mais ne constituent pas une ressource suffisante au regard des définitions exposées précédemment. Le même problème se retrouve sur l'ensemble de la période d'activité de la poulterie de l'arsenal. L'aménagement intérieur pose également de nombreux problèmes ; bien qu'il subsiste des descriptions, aucun schéma ne vient les agrémenter. De plus, les gravures représentant certaines machines-outils équipant la poulterie à partir de 1795 ne sont pas en elle-même suffisantes pour réaliser une modélisation en trois dimensions authentique et intègre. Que ce soit du bâtiment dans son aménagement extérieur et intérieur, ou encore des machines-outils, les manques de données ne permettent pas une modélisation fiable d'un point de vue historique et scientifique.

Conclusion :

La poulterie de l'arsenal de Brest constitue, au regard des définitions de l'Unesco, un patrimoine matériel et immatériel. Les manuscrits incarnent la matérialité de cette unité de production aujourd'hui disparue, tandis que les informations sur les procédures, l'utilisation des outils et le savoir-faire des poulteriers incarnent l'immatérialité. Bien que le recueil de données reste relativement réduit, il nous renseigne suffisamment pour identifier les différents emplacements géographiques qu'occupe cette unité de production entre le XVIIIe et le XIXe siècle. De plus, ce corpus nous renseigne sur le fonctionnement de la poulterie, sur les productions des poulteriers, sur des outils et machines-outils et sur le type d'énergie utilisé pour les faire mouvoir, ce qui n'est, en soi, pas négligeable. Toutefois, les manques de sources sont, notamment en plans, gravures et photographies est un frein dans l'optique d'une mise en mémoire à l'aide d'une reconstitution numérique en trois dimensions, comme cela a pu être fait pour les forges

de Pontaniou ou encore pour le pont tournant de l'arsenal de Brest. Cela reste cependant envisageable car l'ensemble des fonds archivistiques n'ont pas encore été entièrement défriché par ce travail de recherche, et la découverte de nouveaux documents pourrait résoudre ce manque de données pour la reconstitution de la poulie, notamment grâce aux plans présents au SHD Vincennes, dans la sous-série DD2 Travaux Maritimes¹³³. Une maquette 3D de la poulie pourrait être un atout car elle permettrait une meilleure interprétation, sur le fonctionnement historique du site, elle favoriserait également une valorisation patrimoniale et muséographique de celle-ci. Il serait intéressant de développer ce type de travaux pour ce doté de « nouveaux outils » permettant de faire découvrir l'arsenal de façon plus large, au près du public, par exemple dans un lieu tels que les capucins ou au musée de la Marine à Brest.

L'arsenal de Brest est dans sa globalité relativement bien documenté, au travers notamment de productions historiques et universitaires, avec par exemple des travaux sur l'atelier des machines des Capucins ou encore sur le bagne. À cet égard, l'article de Céline Angot « Le plateau des Capucins et l'arsenal de Brest, bâtisseurs de navires » publié en 2015 est un bon exemple. Toutefois, certaines zones de l'arsenal n'ont pas beaucoup été étudiées. En effet, il semblerait que la zone des Capucins et Pontaniou soit plus documentée que la zone de l'anse de la Tonnellerie. L'explication pourrait venir du fait d'une ressource documentaire plus abondante. Certaines unités de production industrielles indispensables à la construction navale n'ont, étonnamment, jamais vraiment fait l'objet d'études approfondies, comme par exemple le moulin à poudre et la tonnellerie qui restent eux aussi relativement peu connus dans l'histoire de l'arsenal.

¹³³ DD2 703 II 85 a 217. Atelier de la poulie. Projet d'installation d'une machine à vapeur : plans détaillés. 1832
DD2 703 II 85 b 217. Atelier de la poulie. Projet d'installation d'une machine à vapeur : plans détaillés. 1832
DD2 703 II 85 c 217. Atelier de la poulie. Projet d'installation d'une machine à vapeur : coupes. 1832

Conclusion

Ce travail de recherche est axé autour de la question de l'exploitation d'une méthodologie industrielle moderne pour l'étude de l'activité d'une unité de production du XVIIIe siècle ainsi que la valorisation des traces documentaires de ce patrimoine aujourd'hui disparu. Afin de mener à bien ce projet de recherche, nous avons utilisé deux méthodologies, l'une issue du champ de l'Histoire des Sciences et des Techniques, le modèle HST-ARSENAL employant le méta-modèle ANY-ARTEFACT. L'autre méthodologie est issue de l'industrie moderne, à savoir des outils de conceptualisation pour visualiser spécifiquement la production. Ces méthodes industrielles modernes de conceptualisation constituent un enrichissement du modèle HST-ARSENAL, modèle qui est lui-même un prolongement du modèle HST-PORT développé au sein du centre François Viète.

Par l'utilisation du modèle HST-ARSENAL, nous avons mis en évidence les différentes phases d'évolution de la poulie grâce à l'étude des machines-outils ainsi que du type d'énergie utilisé. Nous avons également étudié l'émergence de la poulie de l'arsenal en 1676, par l'influence du colbertisme qui augmente de façon importante, le besoin en poulies pour équiper la nouvelle flotte. Nous avons en outre pris en considération les multiples évolutions techniques, matérielles, humaines et spatiales dans la première moitié du XIXe siècle jusqu'en 1860 avec l'aboutissement de l'emploi de la vapeur comme énergie motrice.

Ce modèle nous permet de décrypter la chronologie de la poulie en identifiant son cycle de vie, et d'associer aux changements géographiques et énergétiques les changements qui s'opèrent dans le savoir-faire des poulieurs. Cependant, pour analyser de façon précise la production, nous avons enrichi le modèle notamment par trois documents pouvant être vus comme des synthèses des sources historiques utilisées dans ce travail de recherche, documents que nous avons conçus, réalisés et adaptés aux informations de nos sources historiques, grâce à nos connaissances et études dans le domaine de la menuiserie bois. Ils nous ont permis de représenter spécifiquement la production et de ce fait, ils constituent une entrée pour l'analyse fine du mode de production et des changements qui l'impactent, aussi bien dans les savoir-faire que dans les dispositifs techniques de production.

L'application de la gamme opératoire a permis de mettre en évidence l'importance prise par la mécanisation dans l'atelier de la poulie. Elle montre également le déplacement du savoir-faire de l'artisan vers la machine à partir de 1795. Les contrats de phases ont quant à eux mis en évidence l'ensemble des opérations nécessaires à la fabrication des poulies. Ils exposent de

façon claire les temps de réduction du temps de fabrication avec l'utilisation des machines-outils. Enfin, le processus de fabrication synthétise l'ensemble des étapes de production, il montre les multiples manipulations pour obtenir un produit fini. Ce document permet d'illustrer la division des tâches mise en place à partir de 1795 dans l'atelier.

Ce travail de recherche met en évidence le patrimoine matériel et immatériel de la poulterie de l'arsenal de Brest. Les manuscrits incarnent la matérialité de cette unité de production aujourd'hui disparue tandis que les informations sur les procédures, l'utilisation des outils et le savoir-faire des poutiers incarnent l'immatérialité. Le recueil de données reste pauvre, néanmoins il nous renseigne suffisamment pour l'identification des emplacements géographiques de cette unité de production entre le XVIII^e et le XIX^e siècle. Ce corpus nous renseigne également sur le fonctionnement de la poulterie, sur les productions des poutiers, sur des outils et machines-outils ainsi que sur le type d'énergie employé pour les faire se mouvoir.

L'arsenal de Brest est dans sa globalité bien documenté, notamment par des productions historiques et universitaires, avec par exemple des travaux sur l'atelier des machines des Capucins ou encore sur le baigne. Toutefois, certaines zones de l'arsenal n'ont pas beaucoup été étudiées. La poulterie en est un bon exemple : le manque de sources, essentiellement en plans, gravures et photographies constituent un frein dans une mise en mémoire, par exemple pour une reconstitution numérique en trois dimensions. Toutefois, l'ensemble des fonds archivistiques n'ont pas encore été entièrement défrichés par ce travail de recherche et de nouveaux documents pourraient être mis au jour pour résoudre le manque de données notamment grâce aux plans présents au SHD Vincennes, dans la sous-série DD2 Travaux Maritimes.

Ce travail a permis de mettre en avant une unité de production de l'arsenal de Brest relativement méconnue. De plus, cela nous a questionnés sur les lacunes toujours présentes aujourd'hui autour de l'histoire de l'arsenal de Brest. Nous avons mis en lumière ce qui semblerait être une zone peu fouillée au sein de l'arsenal, à savoir, l'anse de la Tonnellerie, qui pourtant possédait des infrastructures indispensables à la construction navale. L'explication pourrait venir du fait d'une ressource documentaire moins abondante que sur d'autres parties du port militaire, comme les capucins. Toutefois, nous espérons que ce travail sur la poulterie pourrait ouvrir la voie à de nouveaux travaux de recherche destinés à valoriser des unités de production industrielles peu connues de l'arsenal de Brest.

Sources primaires

Sources imprimées

- « *Annuaire statistique, civil, maritime, et commercial, du département du Morbihan* », 1^{er} éd., Lorient ,1804.
- « *Panorama pittoresque de la France* », 1^{er} éd., Tome V, Paris, 1839.
- BORGNIS, J.-A. « *Traité complet de mécanique appliquée aux arts: Des machines employées dans les constructions diverses.* », Bachelier, 1818.
- FLAUBERT, Gustave, « *Œuvres complètes, Par les champs et par les grèves* », éd. Complexe, Paris 1989.
- LEPELLETIER, Almere, « *Voyage en Bretagne, illustré de vues prises sur les lieux : avec un résumé des fastes de cette province, une histoire générale des bagnes et l'iconographie des principaux types de forçats étudiés à la chiourme de Brest* », 1853. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k102792r>.
- LEVOT, Prosper, « *Histoire de la ville et du port de Brest. Le port depuis 1681.* » 1864. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9613224k>.
- MORISOT, Joseph-Madeleine-Rose, « *Tableaux détaillés des prix de tous les ouvrages de bâtiment* », Nouzou, 1814.
- M. BARJOT et M. POIRRE. « *Annales maritimes et coloniales : publiées avec l'approbation du ministre de la marine et des colonies* » 1846.
- Propositions de lois concernant la fixation des budgets des dépenses et des recettes de l'exercice 1831, 1832, 1833, 1834. Imprimerie royale, 1832.
- PRONY, Gaspard Clair, et DUPIN François Pierre Charles. « *Mémoire descriptif de plusieurs machines construites à Rochefort, d'après les projets de m. Hubert.* » Rapport sur ce mémoire, fait à la classe des sciences physiques et mathématiques de l'institut, 1816.
- SAINT-ANDRE, Jean-Bon. « *Recueil des arrêtés du citoyen* » imprimée chez A. Aure, 1794.
- SAINT-ANDRE, Jean-Bon. « *Réponse de Jean-Bon Saint-André, à la dénonciation des citoyens de la commune de Brest* » imprimée par ordre de la Convention nationale, Paris : Impr. Nationale, 1795.
- TESSIER Émile. « *Guide du touriste en Normandie* », 3^{ème} éd., Paris ; Cournol : Lanée, 1864.

- TUPINIER, Jean-Marguerite. « *Rapport sur le matériel de la marine* », Imprimerie Royale, 1838.

Service Historique de la Défense, Rochefort.

SHDMR_REP_1S_Fonds-Hubert /Fonds Hubert : Machine à centrer, à percer les rouets des poulies et à mortaiser.

Cote : MR 1 S 10

- Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies (1795)
- Réponse aux notes relatives au projet de marché de la poulie (1803)
- Description d'une machine à mortaiser les caisses des poulies
- Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies
- Notes sur la machine à mortaiser

Bibliothèque municipale de la ville de Brest.

Cote : MS54

- Louis-Jean Deslongchamps. « *Recueil de machines, d'outils et d'ustensiles, en usage pour la construction et carène des vaisseaux, et de tout ce qui se rapporte à leurs armements, dans un Arsenal de marine.* » 1763.

Sources secondaires

Bibliographie en Histoire et Histoire des Sciences et des Techniques

- ABEGUILE-PETIT, Catherine. « *Machinisme à vapeur et innovation dans la marine sous la Restauration : l'affaire de l'ingénieur Frimot (1790-1866)* ». *Revue historique des armées*, no 246 (15 mars 2007): 100-109. <http://journals.openedition.org/rha/2213>.
- ABIVEN, Marie-Morgane. *Humanités Numériques et méthodes de conservation et de valorisation des patrimoines maritimes. L'exemple des arsenaux de Brest et Venise*. Thèse de doctorat en Histoire. Université de Bretagne occidentale. Brest, 2019.
- ANGOT, Céline. « *Le plateau des Capucins et l'arsenal de Brest, bâtisseurs de navires* » *Bulletin de la Société Archéologique du Finistère*, 2015.
- BAGUST Harold. « *The greater genius? : a biography of Marc Isambard Brunel* », Hershman, Ian Allan, 2006, 160 p
- BAILLARGEON Normand, « *Petit guide d'autodéfense intellectuelle* », Montréal : Lux, 2005.
- BARON Bruno. *Élites, pouvoirs et vie municipale à Brest, 1750-1820*. Histoire. Université de Bretagne occidentale - Brest, 2012. Français. (NNT : 2012BRES0002). (tel-00724666)
- BAREL Yves. « *La ville avant la planification urbaine* », in *Prendre la ville*, Paris, Anthropos, 1977, p.16-19.
- BIARD, Michel. « *Les politiques de la Terreur : 1793-1794* ». Rennes : Presses universitaires de Rennes, 2008.
- BLANCHON, Flora. « *Banquier, savant, artiste : présences françaises en Extrême-Orient au XXe siècle* ». Presses Paris Sorbonne, 2005.
- BOUILLON, Didier (dir.) ; et al. « *Gestes techniques, techniques du geste* ». Nouvelle édition [en ligne]. Villeneuve d'Ascq : Presses universitaires du Septentrion, 2017
- BRIL, Blandine. « *Description du geste technique : Quelles méthodes ?* » *Techniques & Culture. Revue semestrielle d'anthropologie des techniques*, no 54-55 (30 juin 2010)
- BRISOU, Dominique. « *Accueil, introduction et développement de l'énergie vapeur dans la Marine militaire française au XIXème siècle* ». Thesis, Paris 4, 1998.

- COAT, Paul. « *Les arsenaux de la Marine. De 1631 à nos jours* », Éditions de la Cité, 1982
 - CONNER, Clifford D., « *Histoire populaire des sciences* », Montreuil : Edition l'échappée, 2011, p. 23.
 - COOPER Carolyn C. « *The Portsmouth System of Manufacture* » *Technology and Culture*, Vol. 25, No. 2 (Apr., 1984), pp. 182-225
 - CORMACK, William S. « *Revolution and political Conflict in the French Navy (1789-1794)* », Cambridge : Cambridge University Press, 1995.
 - DAVIES, Andrew. « *Innovation in large technical systems: the case of telecommunications* », *Industrial and Corporate Change*, t.5, no 4, p.1143–1180, 1996.
 - DEFORGE Yves. Hélène BALFET, « *Observer l'action technique. Des chaînes opératoires, pour quoi faire ?* » In: *Études rurales*, n°125-126, 1992. Métallurgie à la campagne. pp. 183-185; https://www.persee.fr/doc/rural_0014-2182_1992_num_125_1_3364_t1_0183_0000_2
 - DESCOLA, Philippe, « *Par-delà nature et culture* », Gallimard, Paris, 2015.
 - DE TOUCHET, Elisabeth, « *L'arsenal de Yokosuka de 1865 à 1882 : Les enjeux d'un transfert de technologies.* » In: *Ebisu*, n°26, 2001. pp. 35-62; doi : <https://doi.org/10.3406/ebisu.2001.1100> https://www.persee.fr/doc/ebisu_1340-3656_2001_num_26_1_1100
 - DE WISMES, Armel, « *La vie quotidienne dans les ports bretons aux XVIIe et XVIIIe siècles : Nantes, Brest, Saint-Malo, Lorient.* » Hachette, Paris, 1973.
 - ELLUL Jacques, « *Le système technicien* », éditions Calmann-Lévy, Paris 1977.
- GAYOT, Gérard ; JESSENNE, Jean-Pierre. « Institutions et politiques économiques, politiques sociales » In : *Les politiques de la Terreur : 1793-1794* [en ligne]. Rennes : Presses universitaires de Rennes, 2008
- GIMPEL Jean, « *La révolution industrielle du Moyen Âge* », Paris, Seuil, 1975, p. 129-130.
 - HUGHES Thomas Parke, « *Networks of power : electrification in Western society, 1880-1930* », JHU Press. 1993
 - JACOB, Christian. Conférence « *Pour Une Anthropologie Historique Des Savoirs* ». 4 février 2011, devant la Société française pour l'Histoire des Sciences de l'Homme, Paris, Ehess.

- LAUBÉ Sylvain, « *Pour une histoire anthropologique des paysages culturels industriels : le méta-modèle ANY-ARTEFACT et ses applications en humanités numériques* » 2018.
- LE BOUËDEC, Gérard, « *Les mutations techniques des arsenaux bretons au XIXe siècle* ». In *La vie industrielle en Bretagne : Une mémoire à conserver*, édité par Claude Geslin, 95-106. Histoire. Rennes: Presses universitaires de Rennes, 2015.
-
- LE ROC'H-MORGERE, Louis. « *La logistique des port et arsenal de Brest au milieu du XVIIIe siècle. Notes de géographie historique* ». *Hommes et Terres du Nord* 1, no 1 (1988): 77-85. <https://doi.org/10.3406/htn.1988.3054>.
- LECOUSTEY, Vincent. « *La poulterie de l'arsenal de Brest au XVIIIe siècle Culture technique, apprentissage et savoir-faire des poulieurs* », Mémoire de Master recherche, Histoire des sciences et des techniques. Brest : Université de Bretagne Occidentale 2019.
- LE GALLO, Yves. « *Brest au XVIIIe siècle* », *Annales de Bretagne et des pays de l'Ouest* 84, no 3 (1977): 67-71. <https://doi.org/10.3406/abpo.1977.2892>.
- LLINARES, Sylviane, « *Marine propulsion et technique : l'évolution du système technologique du navire de guerre français au XVIIIe siècle* » Thèse de doctorat d'Histoire de l'Université de Paris-Sorbonne - Paris IV - 26 mars 1993 - en 2 volumes
- LLINARES, Sylviane, « *L'apprentissage dans les arsenaux de la Marine au XVIIIe siècle* », *Techniques & Culture* [En ligne], 2005. URL : <http://journals.openedition.org/tc/1446> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/tc.1446>
- MARTIN, Sébastien. « *Impacts et enjeux des aménagements militaires : l'exemple de Rochefort, arsenal de Louis XIV* » In : *Aménagement et environnement : Perspectives historiques* [en ligne]. Rennes : Presses universitaires de Rennes, 2016
- MATHIS, Charles-François, « *les paysages anglais à l'ère industrielle* » In *Nature we trust*, Paris : Paris-Sorbonne, 2010
- MEYER Jean et ACERRA Martine, « *Histoire de la marine française : des origines à nos jours* », Rennes, éditions Ouest-France, 1994, p 427
- PETER, Jean. « *Vauban et Brest: une stratégie modèle de défense portuaire, 1683-1704* ». Vol. 12. Institut de Strategie Comparee Ecole Pratique Des Haut Etudes, 1998.
- PLOUVIEZ, David. « *Techniques maritimes, techniques navales* ». In *Histoire des techniques*, pp 297-316. *Nouvelle Clio*. Presses Universitaires de France, 2016. <https://www.cairn.info/histoire-des-techniques--9782130736431-p-297.htm>.

- POUSSOU, Jean-Pierre (Dir.) « *L'économie française du XVIIIe au XXe siècle: perspectives nationales et internationales* », Presses de l'Université de Paris-Sorbonne, Paris, 2000.
- QUERE, Bernard. « *La communication scientifique et technique par les outils graphiques de 1750 à 1850 dans le contexte de la Bretagne* », Thèse de doctorat en Histoire. Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales (EHESS), 2005.
- RABARDEL, Pierre, « *Les hommes et les technologies ; approche cognitive des instruments contemporains.* », Armand Colin. 1995
- RAVIER-MAZZOCCO, Benjamin, « *Voir et concevoir : les théâtres de machines (XVIe-XVIIIe siècle)* », *e-Phaistos* [En ligne], III-1 | 2014.
- ROHOU, Bruno. Modélisation des ports de Brest (France), Rosario et Mar del Plata (Argentine) en tant que macro systèmes technologiques complexes : application à la modélisation des connaissances pour l'histoire des sciences et des techniques. Thèse de doctorat en Histoire. Université de Bretagne occidentale - Brest, 2018.
- SAUZEAU Thierry, « *La pluriactivité des marins du long cours au XVIIIe siècle.* », *Annales de Bretagne et des Pays de l'Ouest* [En ligne], 120-2 | 2013, mis en ligne le 30 juin 2015. URL : <http://journals.openedition.org/abpo/2618> ; DOI : 10.4000/abpo.2618
- SCHWARTZ, Yves, « *Un bref aperçu de l'histoire culturelle du concept d'activité* », *Activités*, t.4, no 4-2. 2007.
- SERRES, Michel, « *Le mal propre, polluer pour s'approprier* », Le Pommier, Paris, 2008.
- THIRRIOT, Claude, « *L'Hydraulique au fil de l'eau et des ans à travers les XVIIe et XVIIIe siècles* », *La Houille Blanche*, no 5-6, 1994.
- VITRAC, Bernard, « *Mécanique et mathématiques à Alexandrie : le cas de Héron* », 2003. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00175171>

Bibliographie en Humanités Numériques

- LAROCHE, Florent. « *KLM for Heritage* ». Habilitation à diriger des recherches, Université de Nantes, 2017. <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01712318>.
- LAUBE, Sylvain, GARLATTI Serge et QUERREC Ronan, « *Histoire des paysages culturels industriels et humanités numériques : le modèle d'activité humaine ANY-*

ARTEFACT », «Capitalismo en el desierto : Materialidades, población y territorios en Atacama (ss.XIXXXI)», III *Jornada de Antropología e Historia* 2017.

- MOUNIER, Pierre, « *Les humanités numériques. Une histoire critique* », Paris : Éditions de la Maison des sciences de l'homme, 2018.
- ROCHELEAU, Mathieu, « *La modélisation 3D comme méthode de recherche en sciences historiques* », Actes du 10e colloque international d'ARTEFACT, Département d'histoire, Université Laval, Québec, 2011, p. 245-265.
- SCHREIBMAN Susan, SIEMENS Ray et UNSWORTH John, « *A companion to digital humanities*, John Wiley & Sons ». 2008.
- TISSEAU, Jacques, « *Réalité virtuelle et complexité* », Manifeste scientifique du CERV, rapport ENIB, juin 2004.

Bibliographie Patrimoine

- *Indicateurs UNESCO de la culture pour le développement : manuel méthodologique*. UNESCO Publishing, 2014. <https://books.google.fr/books?id=vKSOCgAAQBAJ>.
- LAVOIE Marie, « *Les enjeux de la patrimonialisation dans la gestion du développement économique : un cadre conceptuel* », *Sociétés*, no 3, p.137–151, 2014.
- MITCHELL Nora, RÖSSLER Mechtild et TRICAUD Pierre-Marie, « *Paysages culturels du patrimoine mondial: guide pratique de conservation et de gestion* », UNESCO, 2011.

Encyclopédie et dictionnaires

- « *Annales maritimes et coloniales.* » Imprimerie Royale, 1838.
- « *Arwen Marine - Glossaire* ». <http://www.arwenmarine.com/GlossaireR.html>.
- BLONDEAU Etienne-Nicolas et DU CLAIRBOIS Honoré-Sébastien Vial, « *Encyclopédie méthodique* », marine, t.160, Chez Panckoucke, 1783.
- « *Dictionnaire de l'Académie française* ». <https://www.dictionnaire-academie.fr/article/A9P3749>.
- « *Dictionnaire Gruss de marine / [illustré par Léon Haffner et Roger Chapelet]* ». - 5 éd. refondue, 1978.

- MM. DIDEROT et D’ALEMBERT, « *Encyclopédie Méthodique, Ou Par Ordre De Matieres: Par Une Société De Gens De Lettres, De Savants Et D’Artistes : Précédée d’un Vocabulaire universel, servant de Table pour tout l’Ouvrage* » premiers Éditeurs de l’Encyclopédie. Marine ; T. 2, Panckoucke, 1786.
- GIBBONS, Tony. « *The Complete Encyclopedia of Battleships and Battlecruisers : A Technical Directory of all the World's Capital Ships from 1860 to the Present Day* », Londres, Salamander Books Ltd, 1983, 272 p
- JAL, Augustin. « *Glossaire nautique : répertoire polyglotte de termes de marine anciens et modernes* », t.2, Firmin Didot, 1848.
- ROMME, Charles. « *Dictionnaire de la marine française* », seconde édition revue et corrigée, 1813.
- WILLAUMEZ, Jean-Baptiste-Philibert. « *Dictionnaire de marine* ». Anselin, 1831.

Glossaire

Bigots de racage (Dictionnaire de la Marine Française¹³⁴) : Petits plateaux de bois d'orme, et qui font partie du racage, ils séparent les pommes de ce racage et maintiennent leurs rangs à une distance constante. Leur usage est indiqué aux mots Bâtard et Racage.

Racage (Dictionnaire de la Marine Française) : Collier dont on entoure le fût d'un mât, et par lequel on attache à ce mât la vergue qu'il doit porter. Ce collier est une espèce de chapelet à plusieurs rangs de pommes et de bigots en bois, qui sont enfilés par un cordage nommé bâtard. Les pommes y sont dessinées distinctement, et on voit séparément les bigots qui les séparent dans toute la hauteur d'un racage. Ces pommes ont été imaginées, et rendues mobiles sur elles-mêmes afin de faciliter l'ascension ou la descente d'une vergue le long du mât auquel elle est attachée par ce racage. Les racages des huniers sont composés de deux ou trois rangs de pommes. On leur fait embrasser la partie arrière du contour d'un mât, tandis que les bouts du bâtard croisent plusieurs fois la vergue qu'ils entourent en se dirigeant de tribord à babord et réciproquement.

Cavillot (Dictionnaire Gruss de marine¹³⁵) : Nom donné indifféremment à des chevilles en bois ou en métal qui traversent les rateliers et auxquelles on amarre les manoeuvres courantes au pied des mâts ou en abord. Se nomment aussi cavillot, chavillot ou quinçonneau.

Caliorne (Dictionnaire de la Marine Française) : Assemblage de grosses poulies et de cordages. Une caliorne est utile et imaginée pour élever de grands fardeaux avec de faibles puissances. Il y a une caliorne suspendue de chaque côté, à la tête du grand mât et du mât de misaine, pour servir surtout à embarquer et débarquer les chaloupes ou canots d'un bâtiment. On les nomme caliorne de mât. Les caisses de certaines poulies à caliorne sont percées de trois mortaises pour contenir autant de rouets, d'autres le sont pour deux rouets. On distingue des caliorne selon les usages auxquels elles sont destinées. C'est ainsi qu'il y a des caliorne, d'appareil, pour drisses, pour braguet, etc. D'autres étant suspendues au bout de certains

¹³⁴ Dictionnaire de la marine française, par Charles Romme, seconde édition revue et corrigée, 1813.

¹³⁵ Dictionnaire Gruss de marine / [illustré par Léon Haffner et Roger Chapelet]. - 5 éd. refondue, 1978.

cordages portent le nom de caliorne à pendeur, mais leur effet est calculé généralement sur les mêmes principes, et s'il y a quelque variété, c'est dans la manière de les employer.

Capés de mouton (Dictionnaire de la Marine Française) : Chaque cap de mouton, est percé perpendiculairement à ses faces de trois trous placés triangulairement, et chacun porte sur son épaisseur une cannelure propre à recevoir un cordage ou une bande de fer qui sert à le fixer dans une position déterminée, pour en faciliter l'usage. Lorsqu'une bande de fer ceint un cap de mouton, alors il est nommé ferré ; quelquefois cette bande est armée d'un croc et quelquefois en se prolongeant elle forme une queue. Ces caps de mouton sont employés pour faciliter la tension des haubans qui sont destinés à maintenir les bas-mâts d'un Vaisseau.

Chopines (Dictionnaire de la Marine Française) : Boîte cylindrique en bois ou en cuivre, qui fait partie essentielle d'une pompe, et qui est placée dans son intérieur au-dessous du jeu du piston. Elle est percée centralement pour le passage de l'eau dont l'air extérieur presse l'ascension et porte à son ouverture supérieure un clapet ou une soupape qui présente un obstacle à la descente ou au retour de l'eau lorsqu'elle a été élevée. Cette boîte n'est ainsi qu'un support pour la soupape fixe et ordinaire d'une pompe. Comme cette chopine devient quelquefois susceptible de réparation, on a rendu facile sa sortie du corps de pompe, en l'armant d'une anse de fer. Le clapet ou la soupape consiste dans un petit morceau de cuir qui est cloué par un bout sur le bord de l'ouverture supérieure de la chopine, et qui est chargé par l'autre extrémité d'un petit morceau de bois assez pesant pour lui donner une tendance constante à fermer le passage à l'eau. Cette chopins est d'ailleurs enveloppée extérieurement d'une étoffe de laine suiffée, afin qu'introduite dans la pompe, elle en remplisse parfaitement l'intérieur dans la place qu'elle y occupe.

Galoche (Dictionnaire de la Marine Française) : C'est le nom de certaines poulies qui ont une caisse plus longue que celle des poulies ordinaires. Garnies d'un rouet à une extrémité, elles sont ouvertes transversalement sur une de leurs faces, et au-dessus des bords de ce rouet, pour laisser un passage à un cordage qui doit envelopper ce rouet ou en être éloigné à volonté. Lorsque ce cordage est dans la galoche, il est retenu par le moyen d'une bande de fer à charnière qui croise l'ouverture de la caisse. Ces sortes de galoches sont distinguées par le nom de galoches coupées. Des poulies portent aussi le nom de galoches. Elles ne sont pas ceintes dans tout leur contour, comme les poulies ordinaires, par un cordage qui leur sert d'estrope, et elles sont, fixées aux lieux où elles doivent être utiles, à l'aide d'un cordage passe par un trou percé

à leur extrémité. On donne le nom de galoche à certains rouets qui sont encastrés dans l'épaisseur de la muraille d'un vaisseau, pour faciliter le passage de l'écoute de misaine et de celle de la grand-voile. Ces écoutes sont dirigées de dehors en dedans d'un vaisseau. Des galoches semblables sont aussi établies sur le plat-bord et au bout du gaillard d'arrière, ainsi qu'au couronnement des vaisseaux pour le passage des écoutes des bonnettes, etc. On donne quelquefois le nom de galoches à des espèces de consoles en bois qui servent à l'appui de certains objets dans un vaisseau. Enfin des demi-anneaux en bois ou en fer, qu'on fixe sur un corps par leurs deux extrémités, pour servir au passage et à l'amarrage de divers cordages, portent le nom de galoches, ou de mains de fer.

Gaules (Dictionnaire de la Marine Française) : Le béton de pavillon, ou le petit mât incliné qui, placé sur l'arrière du vaisseau, sert uniquement à porter son pavillon déployé, est connu aussi sous le nom de gaule d'enseigne. De même le bâton qui tient au piston d'une pompe, et qui sert à le faire jouer dans le corps de pompe, reçoit aussi le nom de gaule de pompe.

Heuse (Dictionnaire de la Marine Française) : Nom du piston d'une pompe de vaisseau. La heuse, est une espèce de boîte cylindrique, qui est percée longitudinalement et garnie d'une soupape, pour laisser un passage à l'eau lorsqu'elle monte dans le corps de pompe. Ce piston est attaché à une verge de fer, ou à une gaule de sapin qui sert à le mouvoir ; c'est pourquoi, ou il est terminé par un coin qui est saisi par la pince de la verge de fer, ou il reçoit dans une entaille l'extrémité de la gaule. — Comme ce piston sert à Faire le vide dans une partie de la pompe, ses contours sont couverts d'un cuir enduit de suif qui ferme tout passage à l'air et facilite le jeu de la heuse.

Manches (Dictionnaire de la Marine Française) : Manches de pompe, sont semblables et font fonction de tuyau de conduite pour les eaux qui sont élevées et dégorgees par les pompes.

Margouillets (Dictionnaire de la Marine Française) : C'est un anneau de bois dont l'ouverture centrale sert de passage aux manœuvres, qui doivent être soutenues ou dirigées dans leur cours. Dans le dessein de fixer des margouillets dans tous les lieux d'un vaisseau où ils peuvent être utiles, ils portent sur leur contour extérieur une cannelure profonde, dans laquelle est reçu un cordage dont on les ceint pour les attacher aux places qui leur sont assignées, et ces places sont sur les ralingues des huniers, des basses voiles, etc. On donne le nom d'entaille à margouillet (dans les chantiers de construction), à celle qui est plus profonde sur ses côtés que dans son milieu.

Moque d'étai (Dictionnaire de la Marine Française) : Bloc de bois qui ressemble à une sphère aplatie dans son contour, ou qui a la forme d'un cœur, et qui est évidé dans son milieu. Chaque étai du bas-mât d'un vaisseau porte à une de ses extrémités, une moque dont il embrasse le pourtour qui présente une cannelure profonde ; et c'est dans cette moque qu'on fait passer un cordage (nommé ride) avec lequel on lace, et cette moque et celle du collier correspondant par des tours multipliés et si serrés que l'étai en reçoit toute la tension qu'il doit avoir pour le maila tension qu'il doit avoir pour le maintien des mâts. Ces moques sont nommées moques d'étai. Les moques employées pour faire le trélingage sont semblables aux précédentes sans être de mêmes dimensions. Lorsque les moques, au lieu d'être évidées sont percées de N trous, on les nomme moques à N trous ; elles ressemblent alors à des caps de moutons. On donne le nom de moque à ce que d'autres nomment bois d'araignée.

Pomme de mât (Larousse) : Petit bloc lenticulaire en bois, ajusté au sommet d'un mât ou d'un mât de pavillon et garni de réas pour les drisses de pavillon.

Pommes de racage (Dictionnaire de la Marine Française) : Les pommes de racage ou de raques, sont des boules de bois percées diamétralement, et qui font partie du racage d'une vergue.

Poulie (d'Alembert, Venel L'Encyclopédie, 1re éd. 1751, Tome 13, p. 204-205) : est une des cinq principales machines dont on traite dans la Statique. Elle consiste en une petite roue, qui est creusée dans sa circonférence, et qui tourne autour d'un clou ou axe placé à son centre ; on s'en sert pour élever des poids par le moyen d'une corde, qu'on place & qu'on fait glisser dans la rainure de la circonférence. les latins l'appellent trocles.

L'axe sur lequel la poulie tourne, se nomme goujon ou boulon ; & la piece fixe de bois ou de fer dans lequel on le met, l'écharpe ou la chape.

Théorie de la poulie O. Si une puissance P, Planche méchan. fig. 49. soutient un poids 2 par le moyen d'une poulie simple AB, de maniere que la direction du poids & celle de la puissance soient tangentes de la circonférence de la poulie, le poids sera égal à la puissance. Donc lorsque la direction de la puissance & du poids sont tangentes de la circonférence, la poulie simple n'aide point la puissance & ne lui nuit pas non plus, mais seulement en change la direction.

Par conséquent l'usage de la poulie est principalement de changer une direction verticale en horizontale, ou une direction qui devoit être de bas en haut, en une direction de haut en bas ; & réciproquement.

C'est aussi principalement par-là, qu'elle est avantageuse. En effet, supposons que plusieurs hommes veuillent élever à une grande hauteur un des gros poids EFG, fig. 49. n. 2. par le moyen d'une corde AB, en tirant cette corde de haut en bas. Si la corde vient à se rompre, la tête des ouvriers qui se trouveront dessous, sera dans un très-grand danger. Mais si par le moyen de la poulie B, la direction verticale AB est changée en horisontale, il n'y a plus rien à craindre de la rupture de la corde. La poulie B est appelée dans ce cas poulie de renvoi, parce qu'elle sert à faire agir la puissance dans un sens différent de celui du poids.

Le changement de direction occasionné par la poulie, a encore cet autre avantage, que si une puissance a plus de force dans une direction que dans un autre, elle peut agir par le moyen de la poulie dans la direction favorable.

Par exemple, un cheval ne peut tirer verticalement, mais tire avec beaucoup de force dans le sens horisontal. Ainsi, en changeant la direction verticale en horisontale, on peut faire élever un poids à un cheval par le moyen d'une poulie.

De même on se sert avec avantage de la poulie pour élever différens poids, par exemple, des seaux remplis d'eau, car quoique la force qu'on emploie pour elever le poids, ne soit qu'égale au poids, cependant elle est appliquée d'une maniere très-avantageuse, parce que la pesanteur du corps de la personne qui tire, aide & favorise le mouvement des bras.

Lorsque les deux puissances P & 2 agissent suivant des directions paralleles, c'est-à-dire, lorsque la corde embrasse la moitié de la circonférence de la poulie, alors l'appui C est chargé par une force égale à la somme des deux puissances. Il n'en est pas de même lorsque les puissances P & 2 ne sont point paralleles, car alors la charge de l'appui C est moindre que la somme de ces puissances ; mais ces puissances pour être en équilibre doivent toujours être égales.

M. Varignon démontre les propriétés de la poulie de la maniere suivante. Il suppose que les directions de la puissance & du poids soient prolongées jusqu'à ce qu'elles se rencontrent, après quoi il réduit par le principe de la composition des forces, ces deux puissances en une seule ; or pour qu'il y ait équilibre, il faut que cette derniere puissance soit soutenue par le point d'appui C, c'est-à-dire que sa direction passe par C. De-là il est aisé de conclure que les puissances P & 2 doivent être égales pour faire équilibre, & que la charge de l'appui C, qui n'est autre chose que la puissance ou force qui résulte des deux puissances P & 2, n'est jamais plus grande que leur somme. Si les puissances P & 2 sont paralleles, alors M. Varignon considere le point de concours comme infiniment éloigné, ce qui ne fait que simplifier les démonstrations.

On peut regarder la poulie comme l'assemblage d'une infinité de leviers fixes autour du même point C, & dont les bras sont égaux ; & c'est cette égalité de bras qui fait que la puissance n'est jamais plus grande que le poids. Il est inutile d'avertir ici que nous faisons abstraction du poids & du frottement des cordes ; car on conçoit aisément que moyennant ce poids & ce frottement, il faudra plus de 100 livres d'effort pour enlever un poids de 100 livres.

La poulie est principalement utile quand il y en a plusieurs réunies ensemble. Cette réunion forme ce que Vitruve & plusieurs autres après lui, appellent polypaston, & ce qu'on appelle en françois moufle. L'avantage de cette machine est de tenir peu de place, de pouvoir se remuer aisément, & de faire élever un très-grand poids à une force très-médiocre.

L'effet des poulies multiples est fondé sur les théorèmes suivans. 1°. Si une puissance E, fig. 50. soutient un poids attaché au centre d'une poulie AB, elle sera la moitié de ce poids ; on suppose que la corde est attachée en D, ou soutenue de quelque maniere que ce soit. 2°. Si une puissance appliquée en B, fig. 50. soutient un poids F, par le moyen de plusieurs poulies, de maniere que toutes les cordes AB, HI, GF, EL, CD, soient paralleles l'une à l'autre, la puissance sera au poids, comme l'unité est au nombre des cordes HI, GF, EL, CD, tirées par le poids F, c'est-à-dire, comme l'unité est au nombre des pouliesprises ensemble.

Donc le nombre des poulies & la puissance étant donnés, il est facile de trouver le poids que cette puissance peut soutenir ; ou le nombre des poulies & le poids étant donnés, de trouver la puissance, ou enfin de trouver le nombre des poulies, la puissance & le poids étant donnés.

Si une puissance fait mouvoir un poids par le moyen de différentes poulies, l'espace que décrit la puissance sera à l'espace que décrit le poids dans le même tems, comme le poids est à la puissance.

Donc plus la force qui leve le poids est petite, plus aussi le poids se leve lentement, de sorte que l'épargne de la force est compensée par la longueur du tems. Wolf & Chambers. (O)

POULIES PLATES DE BOULINES, (Marine.) ce sont des poulies qui tiennent à un pendeur sous la hune. C'est où sont passées les balancines des grandes vergues.

Poulies de palan, c'est une moufle double où il y a deux poulies l'une sur l'autre, quelquefois trois, & quelquefois jusqu'à quatre, & alors ces moufles oupoulies s'appellent poulie de palan debout, poulie de sabord, poulie de grande drisse. C'est une moufle fort longue, qui sert à hisser & à amener la grande vergue.

C'est où la grande étague est passée. Il y a dans cette moufle trois poulies sur le même aissieu, sur quoi passe la grande drisse, dont l'usage est de hisser & d'amener la grande vergue.

Poulie de drisse de misene, c'est celle qui avec l'étague sert à hisser & à amener la vergue de misene.

Poulie de drisse de sivadiere, poulie d'étague de grand hunier ; c'est une poulie qui est double ou simple. Elle tient au bout de l'étague de hune : la fausse étague y est passée, & elle sert à hisser & à amener la vergue de grand hunier.

Poulie de guinderesse, c'est une grosse poulie qui a sa moufle entourée d'un lien de fer, au bout duquel est un croc dont l'usage est de hisser & d'amener les mâts de hune.

Poulie de pendeur, poulie de retour, c'est une poulie qui est opposée à une autre poulie qu'on emploie au même usage.

Poulie de retour, d'écoutes, de hunes ; ce sont des grosses poulies qui tiennent par une herse sous les vergues, près des hunes par où sont passées les écoutes des hunes.

Poulie étrope, c'est une poulie qui a une étrope, autrement une herse.

Poulie détropée, c'est une poulie qui est sortie de l'étrope.

Poulie d'ecoute de misene, & d'ecoute de sivadiere ; ce sont des poulies qui sont à l'avant des grands haubans, dont le côté du vaisseau sert de moufle.

Poulies d'écoutes de hune, ce sont celles qui sont au bout des grandes vergues où sont passées les écoutes des hunes & les balancines.

Poulies de caliorne, ce sont des poulies à trois rouets sur un même aissieu.

Poulie de capon, poulie de bloc ; c'est la poulie qui sert à la cargue bouline.

POULIE, partie du métier à bas. Voyez cet article.

POULIE, (Horlogerie.) espece de cercle dont la circonférence est faite en rainure pour contenir une corde.

POULIES, les, (Rubanier.) servent à élever les hautes lisses par le mouvement que le tirant leur fait faire. Il faut 48 poulies dans le châtelet pour faire mouvoir les 24 hautes lisses.

POULIES, partie du métier d'étoffes de soie. Les poulies dont on se sert pour le métier des étoffes de soie, sont toutes de bois qu'on appelle buis ; elles sont de différentes grosseurs, & faites à l'ordinaire.

Poupée (Cnrtl) : Chacun des organes d'une machine-outil qui maintient ou guide la rotation d'une pièce tournante.

Transcriptions

SHDMR_REP_1S_Fonds-Hubert /Fonds Hubert Machine à centrer, à percer les rouets des poulies et à mortaiser.

N°1 : Rapport relatif à la machine servant à fabriquer les poulies (1795)

Brest
4^e année
[1795]

Rapport Relatif à la machine servant à fabriquer les poulies

Introduction

Nous soussignés membres de la commission nommés par les autorités supérieures pour examiner la machine à poulies construite dans le port de Brest, par son inventeur, le Citoyen Dialt, en avons fait l'examen avec beaucoup de soin les 12 et 16 Vendémiaire [4 et 8 octobre], en la considérant quant à son mécanisme et quant à son effet. Examen dont nous croyons devoir présenter le résultat détaillé dans le rapport ci après afin qu'il puisse servir soit à mieux faire apprécier cette importante Machine, soit à faciliter les moyens d'en faire quant aux arts, l'application avantagente dont elle paroît susceptible soit enfin à faire récompenser son modeste inventeur, ainsi qu'il le mérite, ou à lui assurer aumoins le tribut d'Eloge du à ceux qui ont fait une découverte utile et ingénieuse.

Direction du Rapport

L'ordre et la clarté qui doit exister dans ce rapport pour qu'il remplisse mieux son but, engage à le diviser en trois parties, l'une contiendra le détail relatif au mécanisme, l'autre celui relatif à l'effet et le troisième indiquera le résultat, dernière partie que doivent se contenter de lire ceux qui ont peu de temps disponible.

Détail relatif au mécanisme.

Prise d'eau et vannes

La commission a remarqué quant au mécanisme qu'il est mis en mouvement par l'eau amassée dans un réservoir ou Etang situé au fond du port dans la partie appelée, anse du moulin à Poudre ; un aqueduc en maçonnerie ayant 19 toises de long sur 5½ Pouces de pente conduit l'eau à une vanne ayant 21 pouces de large, radier¹³⁶ a une élévation telle qu'il n'y a que 32 pouces d'eau au dessus de lui lorsque l'Etang est plein de manière à ne pas gêner le jeu du Moulin supérieur élévation qui a l'inconvénient de diminuer le Magasin d'eau en réserve et l'avantage d'augmenter l'effet de sa chute, parceque la vitesse est moins contrariée par la contraction de la veine fluide.

Bascule de Vanne

La vanne s'ouvre à l'aide d'un levier de bois formant bascule et ayant 12 pieds de longueur totale, son appuy ou axe qui est en fer est a 15 pouces de son petit bout auquel est suspendu presque en équilibre une pôle glissante dans les coulisses en bois et servant à donner plus ou moins d'eau d'après le degré d'inclinaison du long bout de la bascule ; disposition qui paroît préférable à toute autre, parce qu'on peut la baisser ou lever avec plus de promptitude, ce qui fait qu'il y a mains d'eau perdue et parcequ'on peut imprimer avec plus de rapidité plus ou moins de foue, a la roue qu'elle fait mouvoir en lui donnant, plus ou moins d'eau en raison du plus ou moins de résistance qu'elle paroît éprouver. On observe qu'il y a en avant de la vanne une buse en bois ayant 7 pieds environ de long et dont l'ouverture qui porte l'eau sur la roue qu'elle affleure a 18 pouces quarrés son opposé a en a 21.

Roue à Eau

Le premier moteur de la machine à poulies est une roue à eau ayant 20 pieds de diamètre sur 28 pouces d'épais dont la charpente a paru solide et d'un très bon genre ; la circonférence est garnie d'anglets inclinés à l'ordinaire et ayant 24 pouces de long, 12 de large et 22 de profond à peuprès. La partie inférieure est [embrérée ; emserée] dans la maçonnerie de la manière à n'avoir que le jeu nécessaire qu'exige son mouvement afin d'empêcher le plus possible qu'ils y ait de l'eau perdue. On a pour diminuer le frottement, fait porter des tourillons sur le poin de jonction de deux rouets en cuivre chevauchant l'un sur l'autre de 4 à 5 pouces et ayant un pieds environ de diamètre sur 21 lignes d'épais. Le fond des anglets de la roue se réunis angulairement au milieu. Disposition qui paroît moins avantageuse que celle droite, parce qu'elle complique un peu plus la construction et rapproche en même temps le centre d'impulsion de celui du mouvement ce qui diminue le levier d'action et parconséquent l'effet.

Chute de l'eau

On voit d'après la construction et la disposition de la roue précédente qu'elle est susceptible d'être mise en même temps par le poids de l'eau et par sa chute, qui lorsque l'etang est plein ainsi qu'on la dit est de 64 pouces environ audessus du point ou l'eau entre dans le 1^{er} anget et de 136 pouces audessus du points le plus bas de la roue la quelle doit enconséquence pour produire le plus grand effet faire quatre tours au moins par minute, quantité qui cependant n'est que de 3 au plus d'après l'expérience, parcequ'un plus grand nombre donne trop de vitesse aux

¹³⁶ Ouvrage de charpente ou de maçonnerie qui soutient ou protège une construction hydraulique

parties de la machine qui agissent ; d'on il résulte que la première roue dentée ci-après ne devrait avoir que 9 pieds environ de diamètre au lieu des 11 qu'elle a. On observe que le nombre de révolution par minute ou seconde déterminé dans les machines ci-après est basé sur la supposition conclue d'après l'expérience que la roue à eau en fait trois par minute.

Roues dentées motrices

Sur l'arbre de la roue précédente est placée une roue dentée verticale ayant 11 pieds 3 pouces de diamètre et 52 dents les quelles engrainent sur un tambour ou lanterne à fuseaux ayant 3 pieds 14 pouces de diamètre au centre de ces fuseaux qui sont au nombre de 14, elle porte à quelque distance sur son arbre qui est horizontal une roue de champs verticale ayant 6 pieds de diamètre 29 alluchonde qui engrainent sur un tambour de même dimension n'ayant que 28 fuseaux. Ce tambour est fixé à l'extrémité inférieur d'un arbre vertical portant supérieurement à 8 pieds de haut environ une grande roue horizontale ayant 19 pieds de diamètre et dont le pourtour est arcbuté par des espèces de liens en bois, allant du pied de l'arbre à la roue qui d'après les proportions de celle qui lui communiquent le mouvement doit faire un peu plus de trois tours et demi lorsque le roue à eau en fait un, ou 11, 19 centièmes de révolution par minute.

Roue flottante

Cette dernière (que nous appellerons roue flottante) communique le mouvement au reste de la machine d'une manière très ingénieuse puisqu'en se servant du frottement pour imprimer l'action de rotation de nécessaire on a su rendre utile une chose ordinairement très nuisible au bon effet des machines, moyen qui a eu en même temps l'avantage de simplifier celle qu'on décrit de rendre sa construction moins difficile, d'imprimer un mouvement plus égal, d'exiger moins de force pour produire le même effet et de pouvoir enfin (d'après la facilité qu'on a de faire cesser le contact du frottement) arrêter ou faire marcher, à volonté les diverses machines mises enjeu par ce moyen.

Roulettes motrices et fanières

Pour communiquer le mouvement à l'aide du frottement on a placé circulairement sur la roue flottante et vers ses bords un fort madrier ayant 21 pouces de large sur le quel frottent 8 roues non dentées (ce que nous appelons roulettes motrices) placées verticalement 2 à 2 sur les rebords intérieurs et extérieurs du madrier dans des situations diamétralement opposées ; ces roulettes qui sont en chêne et massives sont composées de deux parties ayant chacune 4 pouces environ d'épais, l'une qui est unie, tout autour de sa tranche est destinée à recevoir l'impression des frottements, l'autre formée en gorge plate communique le mouvement à l'aide d'une courroie ou lanière ayant environ 2 pouces $\frac{1}{2}$ de large et dont les bouts sont unies par une forte boucle de fer afin de pouvoir la serrer plus ou moins lorsque, d'après les divers degrés d'humidités de l'air sa longueur augmente ou diminue. On observe que ces courroies, ou lanières qui sont en cuir français, faute d'autre, seroient meilleurs en cuir blanc de hongrie, parce qu'étant plus résistant et moins susceptible de s'allonger, cela diminueroit un peu la trépidation qui a lieu lors du travail et d'après la quelle l'ouvrier tourne plus difficilement juste.

Dimensions des roulettes motrices

Les quatre roulettes motrices placées sur le rebord intérieur du madrier ne pouvant pas, d'après leur position, déborder en dessous le plan de la roue flottante quant à la tranche qui porte la courroie ont été d'après cela obligés de ne pas donner à celle-ci plus de diamètre, qu'à celle qui

reçoit le frottement, diamètre qui est pour toutes les deux de 4 pieds 9 pouces ; quant à ces roulettes (que nous appellerons roulettes intérieurs.) celles placées sur le bord opposé ou extérieures ont quand à la tranche qui porte la courroye, 6 pieds de diamètre et la moitié quant à l'autre partie ; dimensions d'après les quelles on peut conclure que ces dernières roulettes communiquent trois fois à peu près, plus de vitesse et par conséquent trois fois moins de force, celles intérieurs font 3, 41 centièmes de tour lorsque la roue frottante en fait un ; celles extérieures en font un peu plus de 6 pendant le même temps.

Brancards de roulettes

Chacune des roulettes motrices est traversée par un axe en fer, ayant ses extrémités portées sur une espèce de brancard en bois dont la longueur excède à peu près d'un pied le diamètre de la roue, ce brancard qui mérite une attention particulière par ce que c'est lui qui sert à donner ou ôter le mouvement à volonté, est fixé par un de ses bouts de manière à laisser à l'autre la liberté de s'élever ou s'abaisser assez pour pouvoir faire touchés ou non au madrier de la roue flottante, la roulette motrice qu'il supporte et lui imprimer en conséquence le mouvement d'après l'action du frottement qu'elle reçoit ou le lui ôte en suspendant son effet.

Bascule des brancards

Le jeu de ce brancard est produit par un levier en chêne ayant 23 pieds environ de long et placé dans une direction à peu près horizontale ; il appuie sur un axe en fer qui le traverse à un septième environ de sa largeur, le petit bout supporte une ligne en fer à laquelle est suspendu l'extrémité mobile du brancard, le bout opposé de ce levier porte une autre tige aussi en fer dont l'extrémités supérieur forme arrêt en battant contre une saillie fixée au plancher , arrêt qu'on dégage en tirant ou poussant l'extrémité inférieure de la tige et qui lorsqu'il est en place soutient le bout mobile du brancard, assez élevé pour que la roulette motrice ne touche pas celle frottante, tandis que l'inverse a lieu dans le cas contraire. On observe que ce jeu de ce levier formant bascule, a besoin d'être peu considérable puisqu'il suffit de détruire le contact pour arrêter l'effet de la roue. On observe en même temps qu'il suffit de froter de temps en temps le madrier circulaire avec de la craie pour imprimer un frottement tel que le mouvement de rotation puisse sans jamais céder produire les effet ci-après quoique les surfaces en contact soient sans aspérités sensibles.

Machines diverses mises en jeu

Les huit roulettes motrice ci-dessus font mouvoir des machines différentes, savoir une grande scie servant à scier les forte billes de Gayac, pour rouets de poulies, une moyenne servant à scier celle d'un plus petit diamètre des rondelles tournantes dentées en scie ou l'on dégorge les mortaises de caisses à poulies ; une machine servant à percer les rouets de gayac et leur caisse, ainsi qu'à former l'encastrement de la tête des dez de cuivre, une grande meule tournante sur la quelle on peut promptement aiguïser les gros outils de toute espèce ; quatre tours disposés de manière à pouvoir tourner les rouets de toutes dimensions ainsi qu'à servir comme tour en l'air, et enfin une machine ou l'on affleure les dez de cuivre, alleze leur trou et ou l'on tourne les essieux de poulies en fer. Les trois première machines ainsi que la roue flottante et celle d'engrénage sont placés au rez de chaussée, les autres le sont sur le plancher du premier étage, le quel est traversé par les roulettes motrice qui le dépassent en dessus et en dessous ; celle qui se correspondent sont recouvert supérieurement deux à deux par une grande caisse qui en cache le jeu au spectateurs. La position de ces roulettes, la longueur des lanières qu'elles portent et leur direction déterminent l'emplacement des machines ci-dessus qu'on croit d'après cela

inutile d'indiquer parcequ'on peut le conclure aisément et parceque la description de ces machines suffit pour mettre à même d'en bien apprécier l'effet, description qu'on va en conséquence tâcher de faire le mieux et le plus brièvement possible en suivant l'ordre qu'on vient d'anoncer ci-dessus.

Mécanisme des scies

La machine servant à scier les billes de gayac met enjeu une grande scie dont la lame qui a 5 pieds environ de long est fixée sur le milieu à peu près des cotés d'un chassis en bois et contenue par deux montants ayant entre eux deux pieds d'intervalle chacun d'eux a une coulisse large de 3 pouces et a jour, dans la quelle le chassis de la scie peut glisser dans le sens de la longueur, sur l'un des cotées de ce chassis est fixé le bout d'une tige en fer dont l'autre bout est traversé par une manivelle de 18 pouces de rayon, portant sur son axe un fort rouet ayant 46 pouces de diamètre et deux forts montants en bois pour appuy. La bille à scier est fixée sur un fort madrier ou banc horizontal par une espèce de machoire en fer que fait agir une double presse ; ce banc est contenue par deux support, de manière a pouvoir glisser aisément entre les montants de la scie, perpendiculairement à son plan. Une vis de pression placée au bas et sur le coté d'un des montants fixe le banc au point convenable, une autre située entre les montants forme arret en avant de la bille afin qu'il suffise de l'appuyer contre pour être toujours sur de scier les tronçons à la même épaisseur, on place sur le banc un madrier volant facile à renouveler et servant à le garantir des traits de scie qu'il recevra sans ce la lorsqu'elle acheve de scier la bille qui porte sur ce madrier. La courroye d'une des roulettes motrices extérieurs ser d'après son action sur le rouet à imprimer le mouvement de rotation nécessaire pour que la scie travaille, observant qu'elle n'a d'autre pression que son poids que le mécanisme de la scie moyenne est le même qu'un homme suffit à leur service et que d'après les proportions ci-dessus, la manivelle fait 111 révolutions en une minute.

Machine à mortaisés

La machine servant à ouvrir les mortaises des caisses à poulies fait mouvoir un outil formé par plusieurs rondelles d'acier épaisses d'une ligne environ et dentées en scie, elle ont un diamètre à peu près égal à la largeur de la caisse et sont placées à la distance convenable au nombre de deux par mortaise sur un arbre en fer contenu entre des poupées¹³⁷ que supportent une espèce de banc de tour ; une de ses extrémités appuie contre une pointe aséré, l'autre est reçue dans la boîte d'un arbre supporté par deux poupées de la même manière que celui de la machine ci-après. La caisse dont on veut former les mortaises est fixée contre un fort madrier vertical appelé tablier par quatre fortes vis de pression placées deux à deux de chaque coté d'un enfoncement quarré destiné à contenir la caisse qu'on fixe dans la position convenable à l'aide des vis. Le madrier est supporté par un fort banc pouvant glisser dans une coulisse en bois placée en dessous de manière à ce qu'on puisse approchers plus ou moins la caisse de l'outil, ce qui s'exécute en pressant sur les bouts d'une corde qui glisse sur deux poulies placées en arrières du banc ; cette caisse, lorsque le bois est découpé d'un coté se retourne de l'autre. La roulette motrice extérieur qui fait marcher la scie moyenne, ainsi que sa courroye imprime à l'outil le mouvement de rotation nécessaire, à l'aide d'un rouet placé sur son arbre, ayant 18 pouces de diamètre et faisant 283 révolutions par minutes. On observe qu'un seul homme peut servir cette machine qu'il faut percer d'un trou chaque extrémité de mortaise pour la terminer qu'il faut ensuite après l'avoir scié employer le ciseau pour achever d'en séparer le bois et qu'enfin l'inconvenient que paroît avoir cette machine, d'employer le même moteur que la scie

¹³⁷ Chacun des organes d'une machine-outil qui maintient ou guide la rotation d'une pièce tournante.

moyenne, est à peu près nul attendu qu'une scie suffit aisément au débit total du bois qu'on peut consommer pour faire les rouets qu'exige le service.

Machines à percer les rouets

La machine servant à percer les rouets ou prisses de poulies imprime le mouvement de rotation à un arbre en fer porté par deux fortes poutres dont l'une à pointe appuyé contre son bout, et dont l'autre à collet l'embrasse de manière à laisser en avant une saillie où l'on fixe les divers outils à percer ; cet arbre porte entre les deux poutres une poulie ayant 12 pouces de diamètre, à laquelle le mouvement de rotation est imprimé par la courroie d'une rouelette de renvoi, qui met en jeu celle d'une rouelette motrice extérieure. Ces rouelettes de renvoi, qui servent à donner plus de vitesse sont formées d'une roue dont la tranche a une gorge plate de 3 pouces environ de large ; cette roue a un moyeu traversé par un axe en fer servant de support. Les rouelettes de renvoi peuvent être placées au degré de la hauteur qu'on veut pourvu que leur plan soit dans le prolongement de celle motrice dont la courroie embrasse le moyeu, sur lequel est pratiquée en conséquence, une gorge plate. La rouelette de renvoi servant à la présente machine a quant au diamètre du moyeu correspondant à la gorge, 18 pouces et 40 quant à la roue, elle est placée sous la même caisse que la rouelette motrice extérieure dont la courroie agit sur elle, l'outil est fixé dans une boîte en fer qui porte l'arbre et perce en tournant des trous plus ou moins grands en raison de ses dimensions, trous cependant dont le plus grand n'exède pas 4 pouces quant au gayac, et 3 pouces quant à l'orme, on présume qu'il pourroit en être percé de plus grands et on observe que d'après les diverses proportions qu'on a indiquées, l'arbre de la machine à percer fait 15 révolution au moins par seconde.

Charriots à percer les rouets

On emploie pour presser contre l'outil la pièce qu'on perce, une pièce de charriot composé de deux parties principales en bois, dont l'une que nous appellerons support, glisse horizontalement entre deux coulisses et sur des rouleaux, l'autre que nous appellerons tablier est fixé verticalement sur une des extrémités de support et contenue supérieurement par une coulisse placée à hauteur convenable et maintenue dans cette situation par la pression d'une espèce de valet à vis qui le traverse et dont la partie en avant est formée en griffe fourchue, l'autre porte une forte vis, dont le bout, lorsque le valet est placé, appuie contre le derrière du tablier, le quel a dans son milieu une coulisse verticale servant à hausser ou baisser le valet en raison de la grosseur des pièces à percer. Sous le support est placé une moufle disposée de manière à ce qu'un homme appuyant sur le bout de son garant presse le charriot contre les outils avec assez de force pour leur faire produire l'effet qu'on désire. On observe qu'un des grands soins qu'on doit avoir lorsqu'on fait ce charriot est de lui donner une disposition telle que le plan de son tablier ait toujours, lorsqu'il se meut, une situation exactement perpendiculaire à la direction de l'outil, sans quoi les trous percés étant obliques il faudroit d'après cela enlever plus de bois pour les remettre droits, ce qui accroît la consommation et exige plus de temps, il est d'après cela indispensable de n'employer pour faire le charriot que du bois très bon et très sec afin qu'il ne soit pas susceptible de se déformer.

Outils à percer

Les outils à percer dont on croit devoir donner une légère idée sont de différents genres ; les uns servant pour les bois tendres, sont formés en méches angloises, c'est-à-dire qu'ils ont au

milieu d'une partie plate ayant la largeur du trou, une petite pointe saillante servant à fixer la direction ; un des bord porte une autre saillie tranchante servant à tracer le tour du trou, la moitié de la largeur opposée à celle-ci est relevée en biseau lequel lorsque l'outil tourne sépare le bois coupé par la saillie tranchante. On emploie pour les bois durs tel que le gayac, une lame d'acier ayant deux ou trois lignes d'épais et un pied environ de long, elle se termine en pointe aigüe à ses cotés tranchants et formées en oudes afin que les copeaux se dégorgent mieux ; sa largeur va en augmentant jusqu'à ce qu'elle ait à quelque distance de la pointe celle que doit avoir le trou. Sur chacune de ses faces correspond le vif d'un des tranchants et se trouve fixé par des rivets ; deux petits morceaux de bois servant à contenir cette lame et disposée de manière à ne pas gêner son action, ils ont près de la racine le même diamètre que le trou afin de mieux le polir. L'outil servant à former l'encastrement des tête de dez en cuivre a au milieu d'une partie large en acier une longue lame plate et pointue servant à percer le trou dessiner à loger les tuyaux du dez et ayant en conséquence pour largeur dans sa partie forte le diamètre de ce tuyau l'excédent de la partie large est formé inférieurement en biseau ayant des direction opposées et servant à former le logement de la tête du dez dont la profondeur est réglée par un arret fixé sur l'outil. Celui servant à former l'encastrement des oreilles et à percer les trous de rivets ne diffère du précédent que parce que ses dimensions sont réduite en raison de celle des ouvertures qu'ils doivent former ; tous ces outils qui percent avec beaucoup de célérité et de précision se fixent successivement en raison du besoin sur l'arbre de la machine à percer.

Meules a tours

La meule à aiguïser qui a 40 pouces de diamètre, est unie par la courroie que porte une des roulettes motrices intérieures, laquelle passe sur un rouet à gorge plate traversé par l'arbre de la meule qui lui sert d'axe, rouet ayant 24 pouces de diamètre et faisant par conséquent 108 tour environ par minute. Ses trois autre roulettes motrices intérieurs font mouvoir 4 tours semblables à peu près à ceux en l'air, une de leurs poupées appuie la pointe d'acier qu'elle porte contre l'extrémité d'un arbre en fer supporté par une autre poupée à l'aide d'un callet qui l'embrace de manière à laisser dépasser en avant une partie cylindrique, sur la quelle on place à vis les maddrins servant à tourner, l'autre partie en arrière porte un rouet ayant 10 pouces au moins de diamètre auquel le mouvement de rotation est communiqué par la courroie d'une roulette de renvoy, mue par celle d'une des roulettes motrices intérieur cette roulette de renvoy qui sert à accélérer le mouvement est semblable à celle-ci-dessus de la machine à percer les rouets, d'où l'on peut conclure que l'arbre de chaque tour fait un peu plus de 18 revolutions par seconde. On observe qu'une seul roulette de renvoy fait marcher deux tours dont l'un à l'aide de sa courroie primitive et l'autre à l'aide d'une courroie qui embrasse même tems la poulie de l'arbre du tour, ainsi qu'un rouet ayant 24 pouces de diamètre et placé sur le prolongement de l'axe de la roue de renvoy endehors de la caisse de recouvrement et en dessous du tour dont le rouet qui meut l'arbre n'a que 5 pouces $\frac{1}{2}$ de diamètre proportions d'après les quelles il faut deux révolutions de plus par seconde que les tours précédents ce qui fait qu'il vaut mieux lorsque les pièces à tourner n'exigent pas trop de force, on observe de plus qu'une des roulettes de renvoy est suspendue au plancher supérieurs et enveloppé d'une caisse ; les autre sont placées sous les caisses de recouvrement qui correspondent à leur roulettes motrices. On observe enfin qu'on emploie pour ces tours les outils et supports ordinaire des tours en l'air.

Machines pour le fer et le cuivre

L'ensemble de la machine servant à affleurer les dez de cuivre, à les allezer, et à tourner les essieux n'exige de même que celle à percer les rouets, qu'un homme pour la manœuvre et n'en diffère qu'en ce que le mouvement de rotation imprimé à l'arbre servant à porter l'outil ou

lessieux est communiqué directement par la courroie d'une des roulettes motrices extérieurs au lieu de l'être comme dans l'autre par une roulette de renvoy ce qui fait que l'arbre dont le rouet à 18 pouces de diamètre est ce avec environ trois fois moins de vitesse, vû qu'il ne fait pas tout à fait 5 tours en une seconde, mais en même temps trois fois plus de force ; effet nécessaire parceque la plus grande dureté de la matière qu'on travaille sur cette machine produits plus de résistance et parceque trop de vitesse échauffant trop les outils pourroit les détremper. Il y a deplus à coté d'une des poupées de la même machine une espèce de petit moulinet sur lequel s'enveloppe le bout du garant de palant servant à mouvoir le chariot ; moulinet ayant pour objet de pouvoir presser plus fortement contre l'outil la pièce qu'on travaille.

Détail des outils de fer et de cuivre

L'outil servant à affleurer les dez est formé par une lame d'acier dont le taillant à deux biseaux situés en sons opposée à partir du milieu, afin que tous deux puissent couper lorsque l'outil tourne. Cette lame dont la longueur égale au moins le diamètre de la pièce qu'on veut affleurer et qui a très peu de hauteur se place sur la base d'un cylindre en fer vissé par son bout opposé dont la tête de l'arbre qui imprime à ce taillantn(dont la direction est parallèle à la face des dez) le mouvement de rotation nécessaire pour les affleurés. On allèse le trou de ces dez en substituent à l'outil précédent un equarisseur d'acier ou un petit allesoir en fer garni de lame d'acier. L'outil servant à tourner les essieux est une espèce de rabot dans le quel le bout de la lame affleur le bord d'un trou pratiqué au milieu d'une pièce de bois quarré qu'on fixe contre le tablier de la machine, dans une position telle que l'essieu puisse en tournant dans son trou présenter successivement tous ses points à l'action de la lame lorsqués pressé le tablier contre. On repète deux fois la même opération pour finir l'essieu en employant quant à la première, une lame en grain d'orge, pour dégrossir et quant à la seconde une lame plus largue et à biseau quarré. Le rabot est maintenu par une vis de pression supérieure dans un encastrement juste pratiqué dans une espèce de tablier volant qu'on place contre celui qui est fixe, la tête de l'essieu s'enforme dans le trou quarré d'un mandrin vissé sur la tête de l'arbre qui lui imprime le mouvement de rotation ; des vis de pression que porte ce mandrin servent à donner à l'essieu la position convenable.

Observations

On observe quant aux outils de la machine précédente, qu'on suspend au-dessus d'eux, l'orsqu'on les fait agir ; un petit bassin qui verse goutte à goutte de l'eau sur leurs taillants afin qu'ils mordent mieux et soient moins susceptible de se détremper, d'après la grande chaleur que tend à imprimer le frottement vif et fort qu'ils reçoivent. On observe de plus quant au Rabbot d'essieu que les lames sont contenues dans leurs logement par des coins de bois et quelle seroient peut être contenues d'une manière plus avantageuse par une vis de pression appuyant sur leur tête, parce qu'a lors la lame ne pouvant plus glisser, l'essieu auroit toujours un diamètre égal dans toute sa longueur, mais il pourroit arriver d'un autre coté que la rencontre d'un grain d'acier dans l'essieu fit briser l'outil, on arrêta la machine parceque la courroie motrice pourroit glisser, inconveniens cependant qu'on croit moin grand que le précédent. On observe enfin quant au mécanisme en général qu'on a cru suffisant d'en faire connoitre les parties principales et essentielles parce qu'un homme intelligent peut aisément supplier aux détails et parceque d'après cela on auroit été a ce qu'on croit inutilement diffue.

Détail relatif aux divers effets ou essais

La commission après avoir présenté le résultat de son examen quant à son mécanisme, va de même le présenter quant à l'effet en tachant de d'écrire le plus clairement et le plus brièvement possible les principaux essais exécutés sous ses yeux ; essais d'après lesquels la commission a vu quant à la machine à scier qu'avec une hauteur d'eau de 36 pouces et une de vanne de $3/2$ pouces on a scié avec le grande scie en 2 minutes 12 secondes sur une bille de gayac ayant $14 \frac{1}{2}$ pouces de diamètre moyen les deux cotés d'un tronçon épais de 29 lignes, tronçon dont les faces ont parues exactement parallèles et plassées ce qui a de même lien pour tout les autres tronçons, attendu que la direction de la scie est invariable, ainsi que celle de la bille, d'on il résulte qu'on peut réduire ces tronçons à n'avoir de plus que le rouet, quant à l'épaisseur, que ce qu'il faut indispensablement pour en polir les faces ; réduction impossible lorsqu'on scie à la main, parce qu'il reste alors des irrégularités immanquables, telles qu'on est obligé pour pouvoir les corriger sur le tour de donner une épaisseur sensiblement plus forte qu'au rouet. Ce dernier moyen a de plus l'inconvénient d'exiger un homme de plus et trois fois plus de temps au moins, sans y comprendre celui du repos indispensable. On peut donc conclure, d'après ces divers motifs, que la machine à scier est très avantageuse puisqu'un mécanisme simple, solide et coutant peu d'entretien, on économise des bras et une qualité de bois très rare et très cher.

Suite des opérations pour faire un rouet

La commission à de même fait travailler la scie moyenne mais le résultat étant de même genre que le précédent, elle en croit le détail inutile. On va en conséquence décrire d'autres essais en suivant l'ordre des opérations nécessaire pour former un rouet à dez de cuivre, avec les diverses machines dont l'ensemble forme celle a poulie, opérations qui sont après avoir scié le tronçon ainsi qu'on vient de l'expliquer, d'y percer au centre le trou d'essieu, d'y faire ensuite le logement de la tête du dez, d'affleurer ces dez et d'aller leurs trous, de tourner l'essieux en fer, de tourner le rouet et enfin de mortaiser une caisse de poulie, opération qui mettants sucessivement en jeu les diverses machines composant celle dont on donne le détail mettrons à même de l'apprécier et de conclure plus aisément le degré d'avantage que peut avoir ce nouveau moyen d'exécution sur l'ancien.

Après avoir scié, ainsi qu'on là vu dans le précédent essaye, un tonçon de gayac ayant 15 pouces de diamètre sur 29 lignes d'épais un ouvrier la centré avec un compas puis après l'avoir fixé contre le tablier de la machine à percer dont la description a été donnée ci-dessus ci-après avoir mis en place un outil de forme et dimension convenable pour ouvrir dans le gayac un trou de 21 lignes de diamètre, il a fait élever la vanne de 3 pouces, mis en jeu la roulette motrice et percé le rouet en 52 seconde ; on a ensuite dans une minute tracée l'emplacement d'un des dez de cuivre a oreilles, placé les divers outils pour faire le logement de sa tête ; fixé le rouet contre le tablier, mis en jeu la machine et fait mordre l'outil ; opération qu'un homme seul a exécuté avec la même quantité d'eau que celle donnée pour percer le trou.

Observation

On observe quant à cette opération que lorsqu'on a percé le trou central ainsi que celui des rivets d'oreilles, il falloit de temps en temps sortir l'outil du trou pour en dégager les copeaux qu'il forme, ce qui s'exécute en poussant le chariot qu'on ramène ensuite contre l'outils, manœuvre qui n'exige ordinairement que la force d'un homme et qui d'après le dire de l'ouvrier, n'est pas même nécessaire si le bois est très sec. On observe de plus quant aux trous percés et encastrement de tête de dez qu'ils ont parue très unis, très ronds, très réguliers, sans bavures et d'une exécution si facile qu'un homme quelconque peut avoir sous trois jours au plus, l'instruction nécessaire pour pouvoir en faire de semblable sans que si négligence ou

maladresse puisse jamais nuire à leurs perfection, ainsi que cela existe souvent lorsqu'ils se font à la main. On observe enfin que pour former l'encastrement des dez, il faut deux outils différents, dont un qui forme en même temps le trou du milieu ainsi que le rebord de tête et un autre pour ses trois oreilles, outils dont la description a été donnée, le même travail exige sur les deux faces de rouet huit opérations de huit déplacement, quantité que se travail réduit à deux, si l'on employe les dez de forme ordinaire.

Description des dez en cuivre

La description d'un dez à oreille paroissant nécessaire pour faire bien concevoir le travail qu'exige leur placement sur les poulies, on croit d'après cela d'autant plus utiles d'en indiquer la forme, qu'elle est due à l'inventeur de la machine et paroît préférable à l'ancienne, ces dez sont formées de deux partie semblables en cuivre. Chacune d'elle à sur une espèce de chapeau ayant trois oreille circulaires un tuyau saillant destiné à entre dans le trou central de poulie, de chaque coté du quel se place une de ces parties de manière à ce que la tête soit en dehors et ait ses rebords ainsi que ses oreilles noyés à fleur des faces du rouet, ces parties que trois broche en fer unissent laissent au milieu du trou, entre la jonction de leur tuyau, un tetit intervalle destiné, d'après la graisse qui s'y loge à maintenir l'essieu plus longtemps grâce et parconséquent à le rendre plus roulant, avantage que n'ont pas les dez anciens, les quel sont plus matériels, consomment plus de cuivre et consistant en un large chapeau circulaire sans oreilles portant un long tuyau qu'on loge dans le trou central de poulie. Ces dez sont contenue d'un coté par les rebords du chapeau embrevé à fleur du rouet et de l'autre, par une riviere faite au bout du tuyau.

Affleurés les dez et tourner l'essieux

L'encastrement servant à placer les parties du dez à oreilles qu'on vient de décrire, étant formé ainsi qu'on la indiqué, on les a mis en place et fixé sur le rouet en rivant fortement sur les oreilles les extrémités de trois broches de fer qui en traversent l'épaisseur. On a en même tems, pour accélérer l'opération, dégrossi l'essieu en fer du rouet sur la machine servant à ce travail dont la description a été donné. Ces essieux qui avoit étant brut, 7 pouces de long et 16 lignes environ de diamètre à été dégrossi en 2 minute 45 secondes avec deux pouces d'élévation de vanne, le dez ayant été fixé en place pendant ce tems, on a substitué a l'appareil servant à tourner l'essieu celui nécessaire à l'affleurement du dez, appareil détaillé dans la description cité. Il a fallu pour affleurer le dez des deux cotés 4 minutes 2 secondes et 2 pouces d'élévation de vanne. Il en fallu autants et 2 minutes 20 secondes pour allezer son trou à 15 lignes de diamètre, trou qui en avoit 13 avant de l'être, il a enfin fallu pour remettre l'essieu en place, le polir et le réduire à un diamètre de 15 lignes, 4 minutes et deux pouces de vanne ; d'où il résulte qu'il faut un tems total de dix minutes 22 secondes pour exécuter quant au dez et quand à l'essieu l'opération qu'on vient de détailler.

Observations

On observe quant aux opérations précédentes que la chaleur produite par le mouvement de rotation étoit si vive que l'eau qui arrosoit sans cesse goutte à goutte les partie frottantes se divisoit en forte vapeurs et que le feu seroit probablement à craindre pour les parties en bois environnantes, si l'eau manquoit quelque tems, ce qui pourroit rendre utile l'application d'une garniture de cuivre sur les partie de bois qui avoisinent l'outil. On observe de plus, que l'essieu qu'in a tourné avoit son noir de forge, partie ordinairement très dure et que son diamètre après

avoir été dégrossi, a paru inégal et un peu plus gros à sa naissance qu'au bout, ce qui est dû soit à ce que la lame qui agit sur lui aures cédé, soit à ce que le coin que la contient n'étoit pas assez serré, soit à ce que sa résistance ne peut pas être assez forte pour surmonter la grande pression qu'elle éprouve. On observe enfin que ces irrégularités sur la surface de l'essieu, ainsi que ces différences de diamètre ont presque entièrement disparue lorsqu'il a été poli ; et qu'alors il a paru bien arrondi et suffisamment uni.

Tourner le rouet et observations.

Après que le travail relatif au dez et à l'essieu a été terminé, on a dégrossi le tour du rouet à la hache, puis on l'a placé sur l'arbre d'un des tour de la machine pour le tourner ; opération qui a exigé une élévation de vanne de 2 pouces et 5 minutes 6 secondes : tems qui est d'une heure 9 minute, si on réunit celui de toutes les opérations ci-dessus relatives à la fabrication du rouet et les intervalle nécessaires aux dispositions. Cette opération exigerois le travail d'un homme pendant 24 heure au moins si on employoit le moyen utilisé au paravant. On observe quant à la manière de tourner sur la machine qu'elle à l'avantage d'exiger deux journaliers de moins que le tour à roue et de travailler plus vite que celui à pieds, soit parceque le mouvement de la roue est plus rapide, soit parcequ'il y a moins de tour perdu ; il faut en même tems un homme moins habile, parceque l'attention n'est pas partagée par le mouvement du pied. On observe en même tems que le rouet quoi que bien tourné, avoit cependant les rebords de la tête du dez un peu plus saillants d'un coté que de l'autre, ce qui a fait remarquer que le rouet n'avoit pas son trou percé quarrément à sa face et que par conséquent le tablier de la machine a affleurer n'avoit pas une position perpendiculaire à la direction de l'outil, ce qui d'après le dire de l'ouvrier qui a fait cette machine, est dû à ce qu'ayant été obligé d'employer du bois verd faute d'autre, les parties s'en son voilées.

Ouvrir les mortaises à une caisse

L'essay relatif aux divers parties du rouet étant terminé, on s'est occupé de celui relatif aux mortaises de caisses. On à en conséquence pris un morceau d'orme ayant 7½ pouces de large sur lequel on a tracé l'emplacement de deux mortaises à poulies, et qu'on a ensuite fixé contre le tablier de la machine à percer, pour ouvrir à chaque extrémités de la mortaise un trou à jour, opération qui a exigé 3 pouces d'élévation de vanne ; huit secondes et se déplacement. On a remarqué pendant ce travail que le trou exhaloit une fumée très épaisse et très chaude ; effet dû à ce que le mouvement de l'outil étant très rapide, exciloit une chaleur assés vive pour faire fortement evaporer l'humidité du bois, qui lui-même n'étoit pas très sec ; on a de même remarqué qu'il falloit souvent dégager les copeaux de l'outil, ce qui ralentissoit un peut le travail, inconvénié qui paroît avoir en grande partie pour cause, le peu de secheresse du bois parceque le copeau étant plus flexible se brise moins, ce qui fait qu'il est plus fort et engage parconséquent plus fortement le trou.

Suite de l'observation

Après qu'on a eu percé dans la caisse les quatre trous servants à terminer les deux mortaises, on l'a portée à la machine servant à les ouvrir, machine dont la forme est indiquée dans la partie descriptive relative à ces objet. Cette caisse ayant été fixée contre le tablier de cette machine, on l'a mise en jeu. Le résultats de l'opération est qu'il a fallu deux minute 30 secondes pour fraizer jusqu'au centre les deux cotés des mortaises ; un ouvrier a ensuite coupé les points

d'adhérence qui restoient en enlevant le bois avec un ciseau, ce qui a exigé 21 minutes environ. L'opération totale pour mortaiser cette caisse a donc duré 31 minutes 30 secondes. Il eut fallu 3 heures au moins, c'est-à-dire six fois plus pour faire exécuter le même travail à un ouvrier en employant les les moyens ordinaires, ouvriers d'ailleurs qui a besoin de bien savoir manier le ciseau et de beaucoup d'attention pour ne pas manquer le tracé, d'où l'on peut conclure qu'il faut un bon ouvrier pour bien mortaiser les caisses de poulies d'après les moyen ancien, tandis qu'un homme quelconque peut le faire sur la machine à poulie en beaucoup moins de tems et beaucoup mieux, ce qui rend parconséquent son employ aussy avantageux au moins pour ce genre de travail que pour les précédents.

Autres essais et observations

On croit inutile de détailler quelqu'autres essais qu'on a faits, parceque ce surcroit de preuves en faveur de la machine à poulie paroît surabondant, essais qui ont été de faire travaillés tout à la fois toutes les machines du premier étage, exépté la meule, d'éguiser une hache sur cette meule, de percer dans un rouet en gayac de 30 lignes d'épais, un trou de 29 lignes, 65 secondes, d'allezer en 3 minutes 8 secondes un tous de 18 lignes dans un rouet de cuivre, de dégrossir son essieu de 29 ligne en fer et de percer dans une caisse de poulie ayant 18½ pouces d'épais avec trois mortaises de 2 pouces chaque un trou d'essieu de 29 lignes en 52 secondes. On observera, pour ne rien omettre de ce qui peut aider à mieux apprécier la machine, que les trous qu'elle alleze dans le cuivre sont très ronds et très unies ; que le maximum de longueur des mortaises qu'elle peut ouvrir est d'un pied, que la vanne avoit 4 pouces d'élévation lors du premier essay qu'on vient de citer, qu'il y avoit alors 30 pouces d'eau environ sur le radier et qu'enfin dans tout les essays dont on a fait le détail, la roue a eau a toujours fait un tour en 20 ou 26 secondes. Cette vitesse pouvant, si elle étoit trop forte, briser la machine, et devant être à peu près toujours uniforme pour produire l'effort le plus avantageux possible, il est d'après cela facile, quant à l'homme qui fait jouer la bascule de la vanne, de juger si cette roue à le degré de vitesse convenable et parconséquent de donner plus ou moins d'eau, soit à raison de son abaissement dans l'étang, soit enfin d'après le plus ou le moins d'efforts que peut exiger la suppression de travail d'une ou plusieurs machine, d'où il résulte que cet effet doit être produits promptement et parconséquent qu'on a bien fait de préférer pour faire jouer la vanne, le moyen de la bascule dont le service cependant ne peut être bien exécuté, qu'en affectant particulièrement deux hommes pour la manœuvre.

Bases servant au calcul de la machine.

La commission pensant que le rapport relatif à une machine aussi interessante que celle à poulie, doit réunir tout ce qui peut mettre à même d'apprécier la bonté de ses dispositions premières, ainsi que tout ce qui peut faciliter les moyens d'en établir une semblable ou d'appliquer aux arts l'invention ingénieuse qui en fait la base, croit d'après cela devoir faire une application courte du calcul, (quoique ce détail soit très aride) aux parties principales de cette machine, et va enconséquence déterminer d'après lui la force à peu près qui agit sur la scie, losqu'elle coupe une bille de gayac, telle par exemple que celle du 1^{er} essay. On pourra, en suivant la même marche, conclure pour les autre essays et apprécier le degré de force motrice nécessaire pour établir une machine du même genre plus ou moins compliqué. On observe, afin de mettre à même de vérifier les résultats succints du calcul ci-après qu'on y a supposé que la vitesse de la roue à eau est de 3 pieds par seconde, qu'il y a 36 pouces d'eau sur le radier, que la vanne a 3½ pouces d'élévation et que dans l'équation $M D I. X \cdot 2.F.D.H \left(\frac{v-2}{v} \right) U$, dont on s'est servi pour obtenir le résultat ci-après (D.) représente la densité du fluide (M.) la quantité d'eau écoulée dans une seconde (4) l'intervalle verticale entre le bas de la roue et l'angle qui

reçoit le choc de l'eau (S.) la surface de l'eau au point du choc en supposant la construction de la veine des tuyaux additionnels (H.) la hauteur de chute (V.) la vitesse due à cette hauteur et enfin (U.) celle de la roue à eau dans une seconde.

Calcul théorique de la machine

Si on résout actuellement l'équation générale ci-dessus expriment l'effet de l'eau sur une roue mue par son choc, ainsi que par son poids, on verra en substituant les valeurs, et réduisant, que l'effort agissant sur l'extrémité du rayon de la roue est de 906 livres environ par seconde, il ne seroit à peu près que le tiers de cette quantité si la roue étoit à cube, et si toutes les autres données restoient les mêmes ; ce qui prouve évidemment le grand avantage des roues à pots et doit engager à leur donner la préférence dans tout établissement de machine à eau, on conclut de plus d'après la même équation, qu'on perdoit un cinquième au moins d'effort si à la roue qui existe on substituoit une roue à pots ayant des diminutions telle que son sommet affleure le prolongement du radier et que l'eau tombe pardessus. On gagneroit au contraire un dixième au moins de plus si en laissant la roue telle qu'elle est, on y faisoit tomber l'eau à hauteur du radier, mais il faudroit alors placer la hache près de la roue et pouvoir donner à l'eau une direction de chute qui lui soit tangente afin que le frottements de l'eau dans le canal et la direction du sous choc ne nuise pas au mouvement de la roue.

Suite du calcul

Si l'on reprend l'expression de l'effort trouvé ci-dessus et qu'on s'en serve pour calculer sa répartition sur les diverses parties de la machine, en évaluant à peu près le frottement, on verra qu'il en résulte sur le pourtour de la roue frottante, un effort égal à trois fois à peu près celui d'un cheval attelé à un levier de 9½ pieds appliqué directement à l'arbre de cette roue frottante, cheval qui pour produire la même vitesse devoit aller trois fois plus vite que le train ordinaire du roulier : on verra de plus que l'effort qui d'après les éléments supposée, agit sur la scie excède d'un cinquième au moins celui de deux hommes et parcourt un espace au moins quadruple dans le même tems, d'où il résulte que la scie doit faire autant d'ouvrage qu'onze hommes et travaille beaucoup mieux. On croit ne pas devoir étendre ou développer d'avantage les calculs précédente, parceque ce seroit sortir des limites que prescrit un rapport, et parceque l'aperçu donné suffit (quant à l'homme intelligent) pour remplir le but qu'on s'est proposé.

Machine à poulies de L'orient

La commission croyant que son rapport seroit imparfait, si elle omettoit d'y insérer tout ce qui peut mettre à même d'apprécier par comparaison la machine à poulie faite à Brest ainsi que le zèle de son inventeur, observe en conséquence qu'une machine à peu près semblable mais un peu moins parfaite a été établie par lui à L'Orient depuis plusieurs années. Cette machine a un tour de moins que celle de Brest, sa roue frottante qui n'a que 18 pieds anglais de diamètre (ou 16 pieds 8 pouces français) est mue par quatre chevaux attelés à l'extrémité d'un levier supporté directement par l'arbre de la roue frottante et ayant 8 pieds 4 pouces environ depuis son axe ; proportions d'après les quelles on peut conclure que cette machine est mue presque trois fois moins vite que celle de Brest et ne peut jamais produire autant d'effort parcequ'on ne peut pas augmenter l'impulsion des chevaux aussi facilement que cela existe pour l'eau qu'après l'élévation plus ou moins grande de la vanne ; motifs qui doivent rendre son travail plus lent et

moins considérable qu'à Brest, elle exige en même temps, quant à l'entretien une dépense plus forte, attendu qu'il faut nourrir continuellement huit chevaux au moins pour en faire le service, dépense qui pour le même objets quant à celle de Brest, doit être à ce qu'on croit, dix fois au moins plus faible, en y comprenant l'intérêt du surcroit de dépense qu'à du exiger son établissement.

Légers inconvénients de la machine

Les avantages précédents de la machine faite à Brest sont à ce qu'on croit un peu balancées par l'inconvénient qu'elle a d'exiger une surveillance presque continuelle, quant à la roue à eau pour qu'elle ne prenne pas trop de vitesse parce que cet excès pourroit déranger quelque parties de la machine, inconvénient cependant très léger, soit parceque l'homme qui est à la bascule de la vanne peut aisément apprécier et donner promptement le degré de vitesse convenable, soit parcequ'il est fait à celui qui dirige son travail particulier sur cette machine, de suspendre à volonté son action s'il la juge trop forte. Un autre très léger inconvénient qu'à de même celle de Brest sur celle de Lorient, est d'y avoir employé faute d'autre, du bois un peu vert et de moins bonne qualité ce qui cause qu'elle doit avoir moins de solidité, exiger plus souvent des réparations, et être plus susceptible de se déformer ; ce qui peut alors imprimer une action inégale d'après la quelle plus de force doit être nécessaire pour surmonter le surcroit de résistance qu'il en résulte. Ces inconvénients joints à celui très léger relatif au tablier servant à affleurer les dez sont les seuls qu'ont ayt aperçue dans la machine à poulie, inconvénients d'ailleurs accidentels et trop faibles pour influencer en rien sur la très bonne opinion qu'on doit en avoir d'après son excellente effets. On termine cette partie en observant quant à cette machine, que douze hommes quelconque peuvent exécuter for service et y faire assez de poulies pour en fournir à ce qu'on croit au dela des besoin de Brest.

Avantages de la machine

Résultat du détail relatif au mécanisme et à l'effet.

Tels sont, quant au mécanisme, et quant à l'effet, les détails résultants de l'examen impartial et scrupuleux que la commission à fait de la machine à poulie de Brest ; détaille qui prouvent qu'elle est simple, solide, bien conçue, peut sujette à se déranger et d'un entretien facile ; qu'il faut peu de force pour la mouvoir, qu'elle économise beaucoup de temps, employe peu de bras, supplée au talents, produit un travail plus parfait, consomme moins de matière et réunis enfin tous les degrés de perfection désirables, motifs d'après les qu'els la commission pense que cette machine mérite d'occuper un rang distingué parmi les belle inventions, que les arts peuvent tirer un grand parti du moyen d'action qui en fait la base, et que son établissement dans le port de Brest, ainsi que dans tout autre, peut être très utile, soit parcequ'on peut, en reversant le grand nombre de bras qu'elle économise sur les autres travaux, accélérer leur exécution, soit parceque les grands besoins de la marine en poulies obligent d'en faire beaucoup, soit enfin parcequ'elle assure la bonne fabrication de ces poulies ; dernier avantage très essentiel, vu que leur plus ou moins de perfection influe fortement sur le degré de célérité et de force que peut exiger la manœuvre d'un vaisseau. On doit d'après cela apprécier fortement les moyens qui peuvent contribuer, non seulement quant au travail, mais encore quant aux proportions et à la qualité des matières, attendu que cette cause quoiqu'en apparence très petite peut produire de grands effets.

Bonifications à y faire

L'importance et la grande utilité de la machine à poulie exigeant qu'on ne néglige rien de tout ce qui peut contribuer à sa conservation, à son entretien, et à son bon service, la commission pense en conséquence qu'on devrait y attacher d'une manière fixe le citoyen Jean Douillard, excellent ouvrier qui en a fait la charpente, ainsi que le citoyen Guerrec, très habile taillandier qui en a fait les outils, lequel mérite qu'on lui assure un traitement honorable. On pense en même temps, qu'on devrait acheter et détruire le moulin qui est à la tête de l'étang, parcequ'on pourroit alors augmenter de 6 pouces au moins sa hauteur d'eau ; qu'on devrait curer cet étang, afin de lui faire contenir un plus grand amas d'eau en réserve et qu'on devrait supprimer le moulin qui est dans le même bâtiment que la machine, afin d'avoir plus d'eau disponible pour elle, accroissement d'autant plus nécessaire que l'étang n'en peut pas contenir assez en magasin pour le faire marcher tout le jour en été, et qu'on doit établir dans le même bâtiment une nouvelle roue à eau, pour faire mouvoir une machine à percer les corps de pompes que doit construire l'inventeur de celle à poulies, moyen préférable à celui à bras employé actuellement parceque le travail en est plus parfait, ainsi que plus prompt, et exige moins de bras, la même roue doit faire mouvoir une scie pour couper l'orme servant aux caisses de poulies et une machine pour mortaiser celles de fortes dimensions.

Réclamations

La commission croit observer, avant de terminer, que le citoyen artiste qui a imaginé et construit les machines à poulies de Lorient et Brest, ainsi que le taillandier qui en a fait les outils, lui ont présenté une pétition ; dont elle juge convenable d'indiquer le précès quant à l'objet de leur réclamations afin d'en donner connaissance aux autorités qui peuvent y faire droit, on en accélérer le succès, pétition qui prouve leur dévouement, ainsi que leur zèle, et dans la quelle ils disent qu'employés par ordre du gouvernement ils espéroient jouir des avantages accordés par la République à tout citoyen employé en commission pour son service, tels que les vacations, sans compter la paye franche pour les familles ; que depuis 18 mois qu'ils sont séparés des leurs, elle non pas même obtenu le pain ; qu'ils ont été obligés de les appeler près d'eux, pour n'avoir pas le déplaisir de les voir souffrir ; que les quinze cens livres d'indemnité qu'ils ont touchées n'ont suffi qu'à peine pour les frais de voyage, et qu'ils ont été obligés de se défaire de leur effets, pour se soutenir, ils terminent, en assurant que fidèles aux lois d'un pays qu'ils se feront toujours gloire d'avoir adopté et de servir, ils attendent tout de ceux placés par le gouvernement pour rendre justice.

Conclusion

Les motifs précédents, l'encouragement promis pour la république aux talents réels, la perfection de la machine à poulie, ses grands avantages et les peines enfin qu'il a fallu pour l'établir, font croire à la commission que les pétitionnaires méritent d'être traités généreusement, quant à l'indemnité qu'ils réclament, et que le citoyen Diale inventeur d'un mérite rare, quant aux connaissances théoriques et pratiques, doit obtenir de plus une forte marque de bienveillance nationale qui, en lui assurant un sort heureux et paisible, qui l'engage à consacrer ses veilles et son esprit inventif à la recherche de découvertes utiles à la marine dont le matériel immense offre encore une vaste carrière à l'imagination : but qu'on peut à ce qu'on croit remplir, en créant pour ce citoyen une place d'ingénieur mécanicien des ports, avec un traitement honorable, sous condition seulement de résidence, et en lui promettant une augmentation de 1000 livres sitôt qu'il aura formé un élève en état de diriger et faire travailler la machine dont on vient de donner les détails avec assez de détail à ce qu'on croit, pour qu'on puisse apprécier l'opinion de la commission sur cette machine, détail qu'il termine en observant, que son inventeur joint au talent réel la modestie, qui est la preuve et que la

république fait une économie avantageuse, lorsqu'elle dépense pour récompenser les talents utiles.

Brest le 20 Brumaire an 4 de la république Française,
signé Devauls, Gaude L. Ruault, guignace, Geffroy, Le nourry Bernard,
Lezernan et Camus.

Collationné par le controleur de la
Marine à l'original déposé au contrôle.

Signé Bernard.

**Brest le 10 frimaire, an 4^e [1 décembre 1795]
De la République française, une & indivisible.**

**La commission chargée de l'examen
De la machine à poulies nouvellement construite
Au port de Brest par le citoyen Dialt son inventeur**

**Au
Ministre de la marine et des colonies**

Citoyen

Pour le ministre

Chargés par les chefs des diverses branches de l'administration du port de Brest, d'examiner dans tous ses détails la machine à poulies nouvellement construite en ce port par le Citoyen Dialt son inventeur, nous avons consigné dans le rapport que nous vous adressons, le résultat de nos recherches.

Ce rapport est divisé en trois parties ; dans la première, nous exposons la construction mécanique de la machine ; dans la seconde, les propriétés de ce mécanisme quant aux divers objets qu'on en attend, la troisième est consacrée au détail des résultats obtenus sous nos yeux, les deux premières parties sont propres à faire l'objet des méditations du mécanicien, la dernière peut être facilement saisie par tous les lecteurs, et nous nous sommes attachés à la rendre telle que ceux là même qui n'ont que peu de tems disponible, puissent en s'y bornant, se faire une idée exacte des produits que l'on peut attendre de cette invention.

La machine dans son état actuel mérite d'être comptés en nombre des ateliers du port, et bien que susceptible de recevoir encore d'utiles accroissemens dont son auteur s'occupe en ce moment, nous vous proposons d'ordonner qu'elle soit reçue et mise en activité comme atelier permanent.

Les produits, ainsi que vous pouvez le conclure de la lecture de notre rapport, passeront de beaucoup les besoins du port de Brest ; et offriront aux autres ports des ressources d'autant plus utiles, que les ouvriers deviennent partout plus rares et plus chers, et suffira que vous ordonniez que les bois propres à limenter la machine de Brest, soient de préférence portés en ce port qui après les avoir travaillés fera sur les autres ports des versements proportionnés à leur besoins.

Nous croirions n'avoir qu'imparfaitement rempli notre tâche, si nous bornant à vous rendre compte de ce qui interesse le matériel de l'invention du citoyen Dialt, nous omettions d'attirer toutes votre attention et celle du gouvernement sur ce qu'on doit de reconnaissance à cet ingénieux mécanicien et aux industrieux ouvriers qui l'ont secondé dans la construction de la charpente et des outils nécessaires au travail de la machine.

Si la France sous la monarchie s'est montrée plus qu'aucun autre état de l'Europe jalouse de devenir le dépôt de tous les arts, si elle s'est illustrée par les distinctions et les récompenses prodigués aux étrangers qui ne lui apportoient souvent que des désagremens sans nombre dont il a été abreuvé sous le régime de la Terreur.

En but à l'ignorance devenue puissante autant que présomptueuse, non seulement il a ressenti les atteintes de la misère, mais ce qui est plus pénible pour l'homme de génie, il a vu ses plans et ses travaux contrariés par des individus étrangers aux premières notions de la mécanique.

Le silence et la constance la plus étonnantes à tout souffrir l'ont seuls fait triompher de tant d'obstacles et on est forcé de reconnoître que dans sa machine tout le bien lui appartient tandis que les légers inconvéniens qu'elle comporte sont l'ouvrage des autres.

Le citoyen Dialt s'occupe en ce moment d'autres machines propres à la marine, ses talens éprouvés en mécanique ne permettent pas de douter du succès, ainsi sous les double rapport des services rendus et de ceux qu'on doit attendre encore, il importe à la république de l'attacher irrévocablement à son service.

Nous croyons citoyen Ministre, qu'un moyen digne de vous et de lui, seroit de lui faire donner avec le titre d'ingenieur mécanicien pour la marine, un traitement annuel de trois à quatre mille Livres, susceptible d'augmentation à mesure qu'il enrichiroit l'Etat de quelques nouvelles découvertes, qu'il perfectionneroit celle qui sont en activité, ou qu'il formeroit des ouvriers capable de les diriger.

Quant aux citoyens Douillard et Guerra dont les talents ont si utilement servi les vues du citoyen Dialt, le premier dans la construction de la charpente, le second dans la fabrication des outils, parties qui considérées, soit sous le rapport de l'invention soit sous celui des soins qu'exige l'exécution, contribuent essentiellement au succès de la machine, nous vous proposons de leur accorder, au premier la place de maitre charpentier, au second celle de maitre taillandier entretenus dans les ports aux appointemens de quinze cent livres, chargés de suivre et de diriger chacun dans leur partie tout ce qui est relatif à la construction, à l'entretien et au perfectionnement des machines à poulies et de celles en dépendants.

Nous avons pensé, citoyen Ministre, devoir entrer avec vous dans ses détails quelques longs qu'ils soient, nous avons la confiance qu'ils ne vous déplairont pas, et que vous n'y verrez que le désir que nous éprouvons d'offrir au gouvernement français l'occasion de manifester son amour pour les arts utiles, et ses dispositions à en récompenser les auteurs.

Signé Gaude, Bernard, Guignace, Ruault, Camus, Le Nourry, Devaule, Geffroy,
et Lezernan.

N°2 : Réponse aux notes de l'inspecteur de marine, relative au nouveau projet de marché de la poulie (1803).

Réponse aux notes de l'inspecteur de marine, relative au nouveau projet de marché de la poulie.

Le nouveau projet de marché de la poulie, comme le remarque l'inspecteur, n'a pas été entièrement basé sur celui de 1787 ; je n'ai point examiné quels étaient les prix d'alors ; mais bien ce qu'il faut donner maintenant à l'ouvrier, pour qu'il trouve de l'avantage à travailler beaucoup plus ; sans léser l'état.

... suite d'observation faite depuis deux ans sur les temps employés pour la construction de différentes poulies, m'a mis à même d'en fixer les prix ; j'ai donc eu pour base de cette fixation d'abord, le temps employé, ensuite la taxe moyenne des ouvriers de ce chantier, laquelle se monte à 1^f,40^c d'après ces derniers j'ai eu le prix de chaque objet ; il est vrai que ces objets étant faits à l'entreprise, seraient exécutés moitié plus vite, ce qui porterait la paye moyenne des ouvriers à 2^f,00 ce gain ne doit pas paraître trop fort puisque dans d'autre partie, des bons travailleurs ont eu jusque 2^f,50 et je puis affirmer d'avance, qu'il n'y aura pas quatre ... dans l'atelier qui pourrait atteindre ce taux, d'après les prix du marché proposé.

Maintenant, de même que l'inspecteur, je prend pour exemple une poulie de 9 pouces ; je suis fondé à soutenir qu'un homme en fera rarement plus de deux dans sa journée et pour avoir une idée de cette vérité reposez-vous sur le travail ; d'abord équarrir le billot, tracer la courbe de la poulie, hacher suivant cette courbe, tracer les mortaises, percer cinq de tarière pour la vider et finir de la vider avec le ciseau, ensuite percer le trou de l'essieu et finir la caisse de la poulie avec le couteau à deux manches.

Des suites si l'on voulait des preuves aussi fortes qu'il est possible d'en donner sur l'avantage du marché proposé, je ... qu'à prendre la dépense actuelle d'un mois et comparer cette dépense avec ce qu'il en eût coûté, si la partie du travail qui peut se mettre à l'entreprise y eût été ; on peut aussi comparer avec le marché de 1787. Je prend pour exemple le dernier mois ; (ventôse an 11)[Mars 1803]

Ouvrage fait à la poulisserie pendant le mois de ventôse an 11

Observations	Nombres	Épaisseurs et poulies	Prix suivant les marchés			
			Proposé		Total	De 1787
			La caisse	Rouet et essieu		
Dans l'aveu de rendre les circonstances les mêmes pour les dayterminés, j'ai joint aux caisses des poulis la valeur du rouet d'après les prix de 1787 malgré que l'on peut les faire maintenant à meilleur compte	14	Caliornes à 3 rouets 2 de 17 pouces 6 de 12 [pouces] et 6 de 9 pouces	F 39,50	F 10,60	F 50,10	F 41,00
	27	Idem [Caliornes] à 2 rouets 2 de 16 pouces 10 de 13 [pouces] 11 de 8 et [pouces] 4 de 5 [pouces]	57,50	13,70	71,20	59,50
	79	Poulies simples 12 de 14 pouces 23 de 12 [pouces] 5 de 10 [pouces] 14 de 9 [pouces] et 25 de 4 [pouces]	98,25	17,49	115,74	95,00
	4	Idem [Poulie simple] a balancier de 3 rouets de 21 pouces	6,40	2,20	8,60	7,20
	6	Idem [Poulie simple] a 2 rouets de 14 pouces	4,80	2,00	6,80	4,80
	Le marché de 1787 ne compte quand épais et pouces	2	Idem [Poulie simple] tournante de 24 pouces	2,00	0,70	2,70
	3	Idem [Poulie simple] coupées de 21 pouces	4,50	2,20	6,70	5,85

Comme le marché de 1787 ne contoit pas en espèces de poulies, je porte les même prix aux deux colonnes afin de rendre le plus juste possible, les deux états comparatif.	4	Idem [Poulie simple] à talon 2 de 15 pouces et 2 de 11 pouces	10,20	1,20	11,40	11,40
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	----------------------------------------------------------------------------	-------	------	-------	-------

[Suite du tableau]

Observations	Nombres	Épaisseurs et poulies	Marchés	
			Proposé	De 1787
	8	Capes de mouton de 8 pouces	4,00	3,20
	58	Galoche a 2 rouet 35 de 14 pouces et 23 de 20 [pouces]	39,80	46,40
	1	Moque d'étai de 18 pouces	2,20	1,90
Il y a ici erreur dans le marché de 1787 car les bigots y sont portés a raison de 4 francs la pièce	7	Bigots de racage a 2 ranger de 20 pouces	2,10	2,10
	908	Essieux 220 de 16 pouces 412 de 12 [pouces] 276 de 7 [pouces]	88,00	133,00
	54	Margouillets	7,20	6,75
	20	Pommes de mat garni [de réas] de 15 a 16 pouces	14,00	14,00
	240	Pommes de racage 100 de 4 a 5 pouces 120 de 3 pouces	23,40	21,50

	18	Pommes de canot		2,16	1,80
	429	Cavillots 165 de 14 [pouces] 264 de 9 a 10 [pouces]		97,35	111,10
Nouvelle erreur dans le marché de 1787, les chevilles y sont comptés a raisons de 1,30 la pièce.	23	Chevillots		2,30	2,30
	51	Maillets de chêne vert		15,30	15,30
D'après le marché de l'an 8.	622	Manches 222 de plan 110 de calfateur 390 de ...		43,24	40,45
Pas compris dans le marché de 1787	10	P... creux pour les ...		12,00	12,00
	4	Pompes communes 1 de 18 pieds et 3 de 15 [pieds]	charpentages	31,50	31,50
			garnitures	12,60	15,75
	99	Heuses		118,80	118,80
	62	Chopines		24,80	24,80
	12	Gaules		14,40	18,00
Moins en 1787	5	Idem [gaules] a croc		3,00	3,00
	16	Bâtons de pompes		9,60	9,60
	8	Taquet de gaule		3,20	3,20
Moins en 1787	26	... de pompes à laver		18,20	18,20
	6	Caliornes à 2 rouets		5,40	5,40
	14	Poulies simples		4,20	4,20
	20	Galoches		6,00	6,00

	14	Rouets et	0,70	0,70
--	----	-----------	------	------

Autre ouvrage

Ce quiet fait des bois, [par] les apprentis pendant le mois peut être évalué à :

- 421 rouets de gayac
- 1 burin
- 2 moutons de cloche
- 12 boîte d'estampille
- 2 moules pour casque d'apprenti ...

Réparations

Pour faire les réparations 11 ouvriers ont été employés tout le mois, ils ont reçus 327^f,30 pour 251 journées :

- Deux pompes ...ens
- 27 caliornes a 3 rouets
- 149 idem [caliornes] a 2 idem [rouets]
- 581 poulies simple

Deplus pour la comparaison, j'ai été obligé de sepparer les poulis avec des essieux en bois, tandis qu'il y en a plusieurs à dez de fonte, pour faire ce travail il y à eu 55 journées employées, montant a 85 franc 50 centimes.

Dépense totale en journées pendant le mois

5 contremaitres et aides	124 journées	233 francs
54 ouvriers de 1,60 à 0,90 [francs par journée]	1228 idem [journées]	1655,56
34 apprentis	796½	507,70
9 journaliers	179	214,80
[Total :] 102 Hommes	2327½ journées	2611 ^f ,06 ^c

Maintenant je peux faire la comparaisons que je me suis proposé puisque j'ai l'ouvrages fait par 54 ouvriers et leur soldes, et en retranchant la soldes des 11 ouvriers qui ont travaillés aux dez, il (i.) restera ce qui revient à [c]eux qui ont exécutés les objets cy dessus, pouvant être mis à l'entreprise. Cette soustractions faite on verra que 40 ouvriers ayant 922 journées ont reçus 1245^f,75 pour des ouvrages qui à l'entreprises n'auraient coûtés que 878^f,70 c'est-à-dire moins

des $\frac{3}{4}$ ainsi l'Etat, dans un mois, si l'on eut adopté le marché proposé, aurait en plus d'un quart du gain sur les objets mis à l'entreprise.

Quand à l'... de 1787 on voit que la somme total du mois est un peu plus fort que dans le nouveau, je refais cependant par, en droit d'en ... que tous las mois seront de même, car si j'ai mis des articles au dessus du prix de 1787, j'en ai aussi porté d'autre à un prix supérieur, et suivant qu'as de... seront en plus grand nombre dans un mois, les résultat différerer en faveur du marché de 1787, mais croyant voir d'avantage que jamais ces différence ne seront bien grandes et que dans aucun cas elles n'iroit a 90 pour cent comme le dit l'inspecteur.

Cependant de craintes qu'il ne me soit échappés quelqu'erreur, j'ai repris chaque articles du marché et je ne suis de nouveau ... que l'on en pouvait ainsi changer, excepté pour quelques objets, qu'à la méyeur on pourroit d'... et que j'ai provisoirement porté au crayon à côté du premier prix.

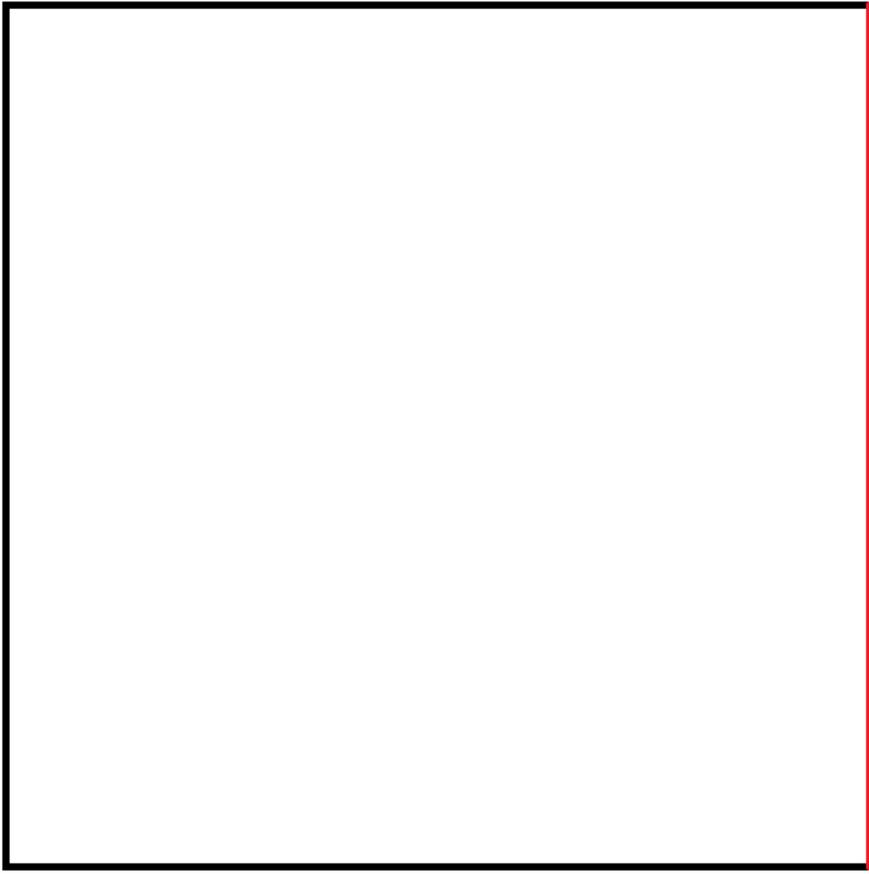
J'observerais qu'il faut pas se fier au travail de 1787, il parait avoir été fait à la hate, beaucoup d'articles sont taxé trop bas, quelques autres trop haut ; enfin il y a des omissions et même des erreurs, ... je l'ai remarqué dans l'état cy dessus.

Brest le 19 germinal an 11^e. Jus. Arnaud.

(i) Il est claire que je ne dois pas comprendre dans cette comparaison, ni les contremaitre, ni les journalier, ni même les apprentis, les un ne travaillant pas directement aux ouvrages mentionnés cy dessus, les autres n'étant pas asay ouvrier pour travailler à l'entreprise ; très peu d'entre eux pouroit jouir de cet avantages.

Contrats de phases

N°1 : Caisse

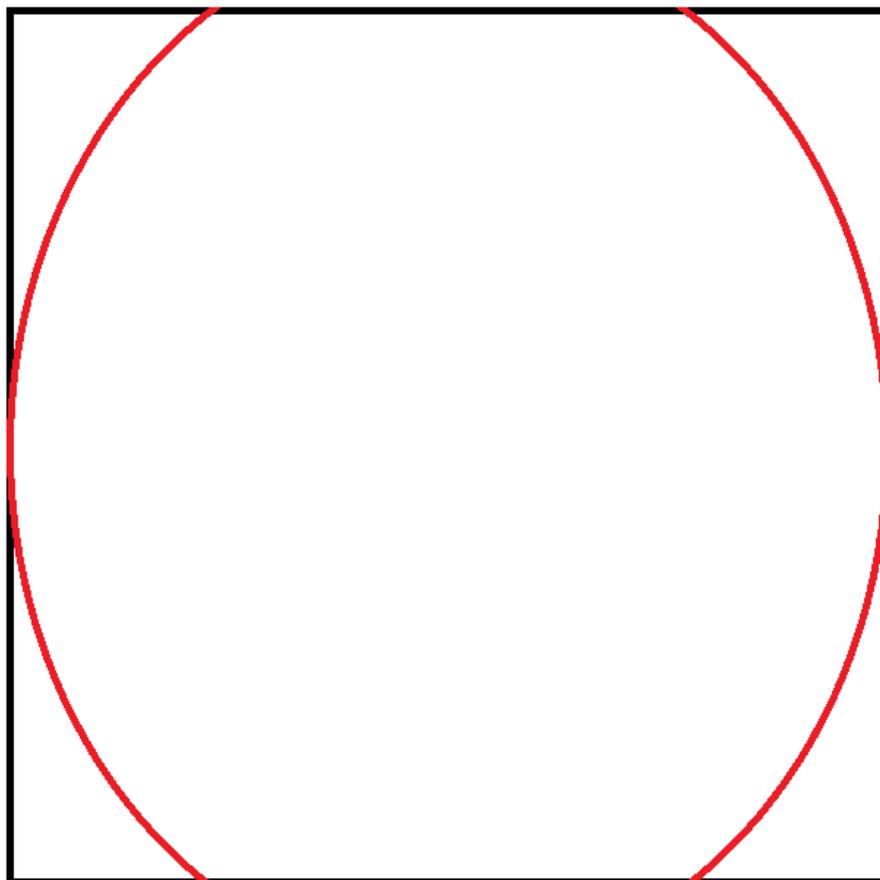
CONTRAT DE PHASE	Ensemble : Poulie simple de 9 pouces	Lieux de fabrication :		
	Pièce : Caisse	Autre		
Phase n°1	Matière : Orme	Type d'ouvrier : ?		
	Nombre : 1			
Désignation : Tronçonnage				
Machine-outil : Scie				
Fixation : Machoire en fer				
				
Désignation opérations	Éléments de coupe			Outillage
	Élévation vanne	Nombres de tours	Temps	Fabrication
Tronçonnage	?	?	?	Lame de scie

CONTRAT DE PHASE	Ensemble : Poulie simple de 9 pouces	Lieux de fabrication : Poulerie
	Pièce : Caisse	
Phase n°2	Matière : Orme	Type d'ouvrier : Ouvrier qualifié
	Nombre : 1	

Désignation : Profilage

Machine-outil : (manuelle) hache

Fixation : ?



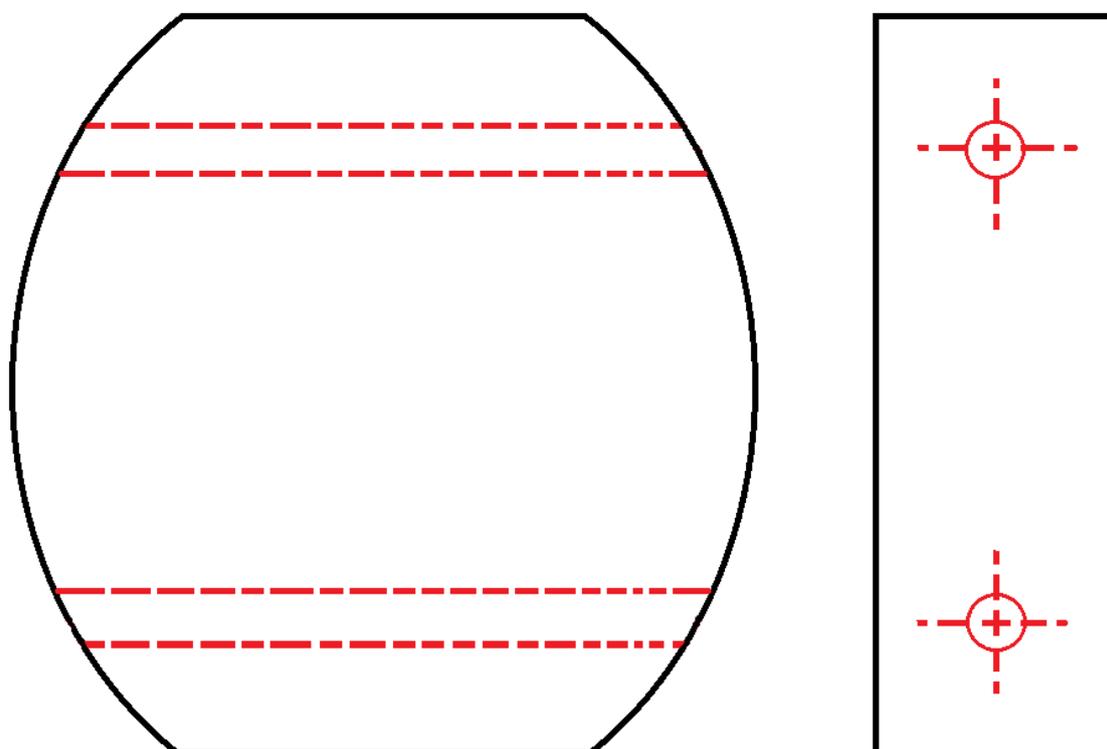
Désignation opérations	Éléments de coupe			Outillage Fabrication
	Élévation vanne	Nombres de tours	Temps	
Profilage manuelle	0	0	?	Hache

CONTRAT DE PHASE	Ensemble : Poulie simple de 9 pouces	Lieux de fabrication : Poulerie
	Pièce : Caisse	
Phase n°3	Matière : Orme	Type d'ouvrier : Ouvrier qualifié
	Nombre : 1	

Désignation : Perçage des trous de mortaise

Machine-outil : Machine à perçer

Fixation : Charriot (tablier, valet, coulisse, griffe fourchues)



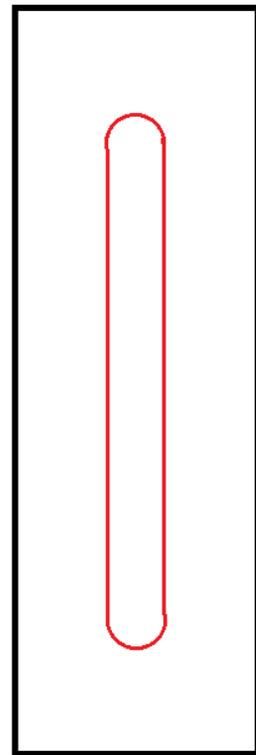
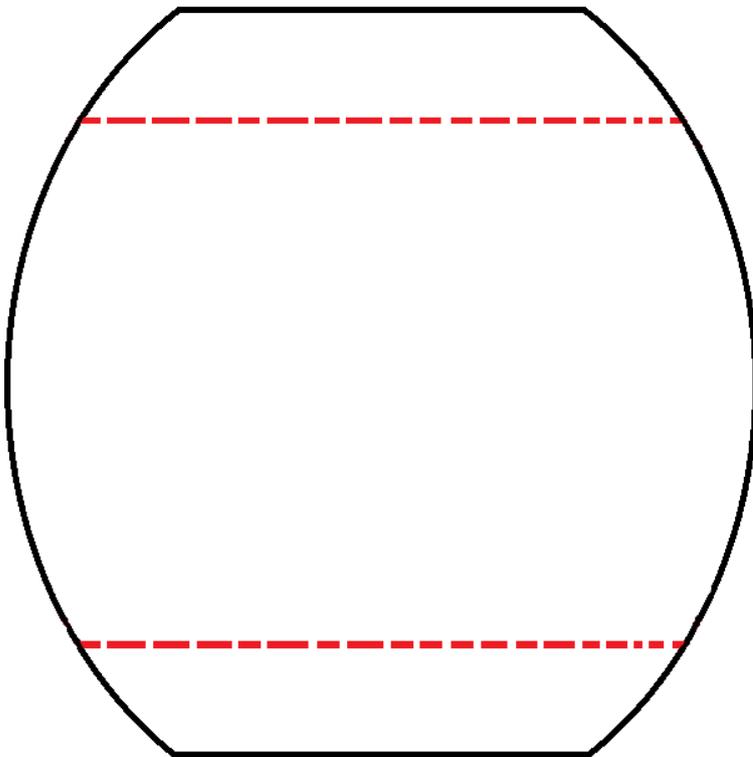
Désignation opérations	Éléments de coupe			Outillage
	Élévation vanne	Nombres de tours	Temps	Fabrication
Perçage 2 trous de mortaise	3 pouces	15 tr/sec	16 secondes	Mèche anglaise

CONTRAT DE PHASE	Ensemble : Poulie simple de 9 pouces	Lieux de fabrication : Poulerie
	Pièce : Caisse	
Phase n°4	Matière : Orme	Type d'ouvrier : Ouvrier qualifié
	Nombre : 1	

Désignation : Mortaisage

Machine-outil : Mortaiseuse

Fixation : 4 vis à pression



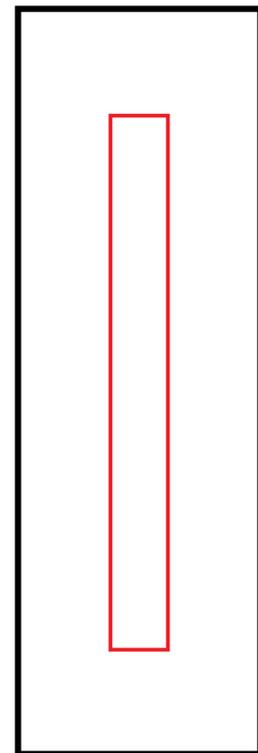
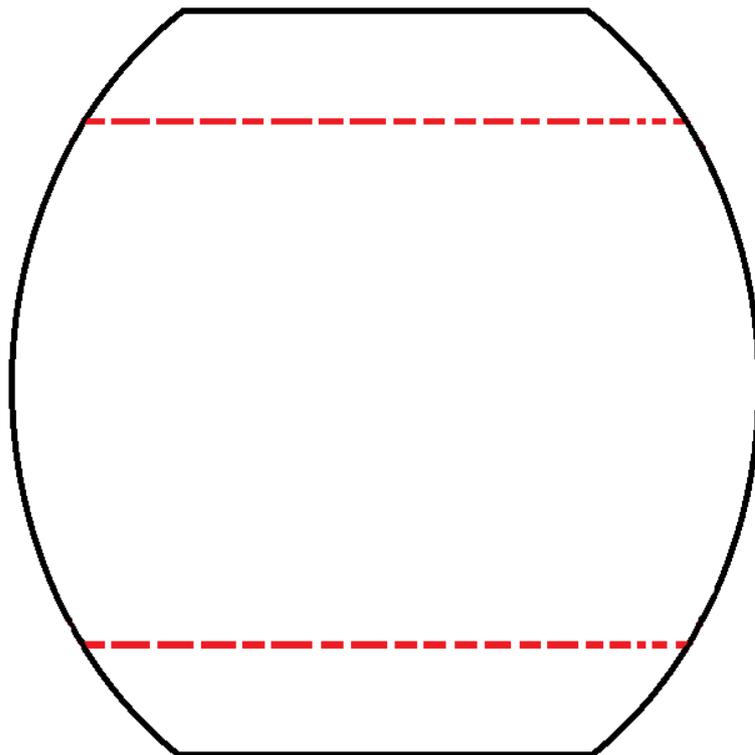
Désignation opérations	Éléments de coupe			Outillage
	Élévation vanne	Nombres de tours	Temps	Fabrication
Ouverture mortaise	3 pouces	283 tr/min	5	Rondelles dentées

CONTRAT DE PHASE	Ensemble : Poulie simple de 9 pouces	Lieux de fabrication : Poulerie
	Pièce : Caisse	
Phase n°5	Matière : Orme	Type d'ouvrier : Ouvrier qualifié
	Nombre : 1	

Désignation : Finition mortaisage

Machine-outil : (manuelle) ciseau

Fixation : ?



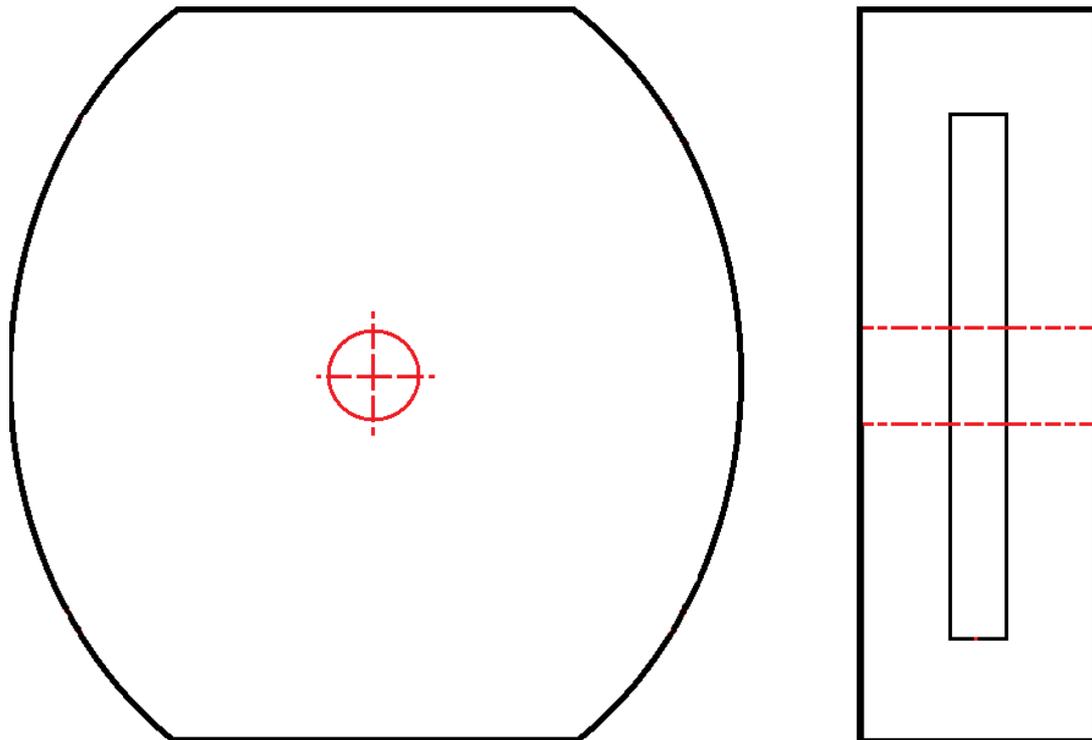
Désignation opérations	Éléments de coupe			Outillage
	Élévation vanne	Nombres de tours	Temps	Fabrication
évidement de la mortaise	0	0	10 min 30 sec	Ciseau

CONTRAT DE PHASE	Ensemble : Poulie simple de 9 pouces	Lieux de fabrication : Poulerie
	Pièce : Caisse	
Phase n°6	Matière : Orme	Type d'ouvrier : Ouvrier qualifié
	Nombre : 1	

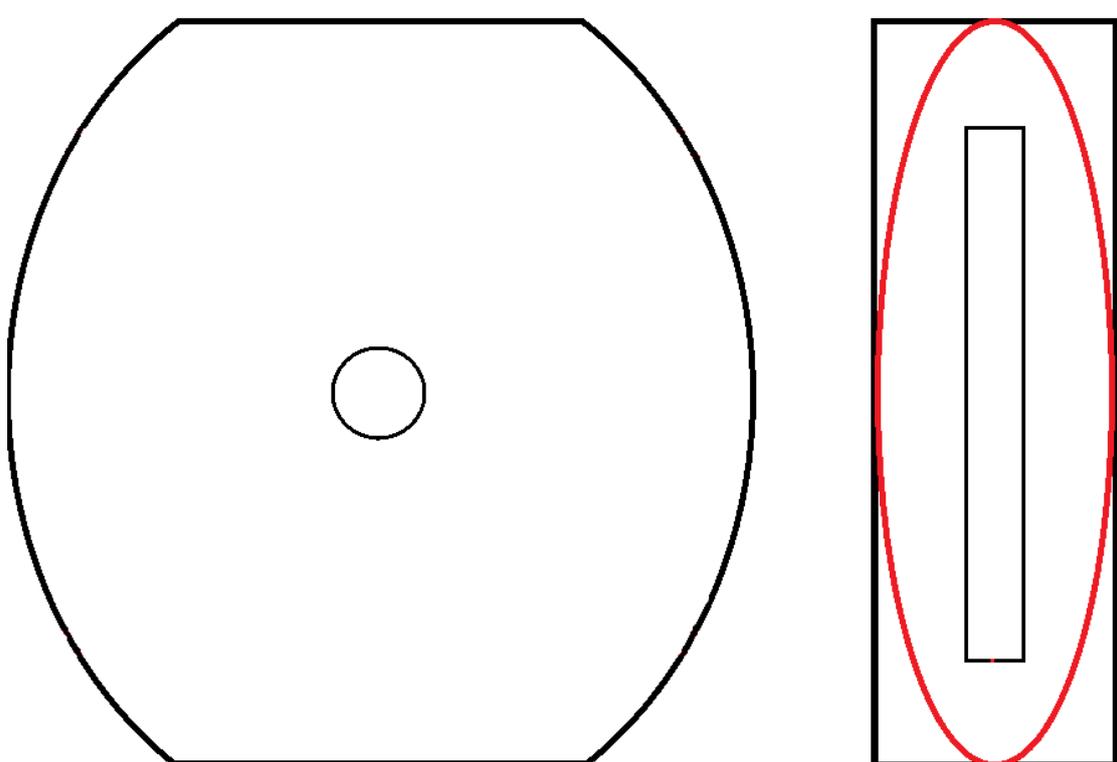
Désignation : Perçage du trou de l'essieu

Machine-outil : Machine à percer

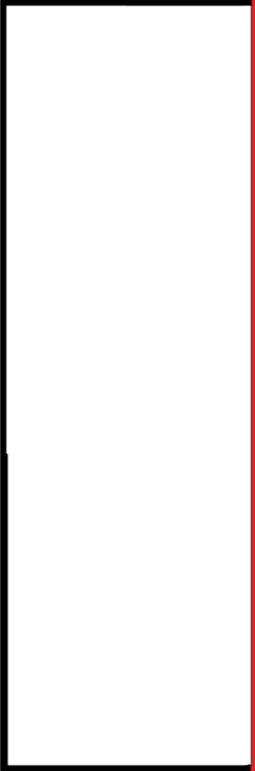
Fixation : Charriot (tablier, valet, coulisse, griffe fourchues)



Désignation opérations	Éléments de coupe			Outillage Fabrication
	Élévation vanne	Nombres de tours	Temps	
Perçage trou essieu	3	15 tr/sec	?	Mèche

CONTRAT DE PHASE	Ensemble : Poulie simple de 9 pouces			Lieux de fabrication : Poulerie
	Pièce : Caisse			
Phase n°7	Matière : Orme			Type d'ouvrier : Ouvrier qualifié
	Nombre : 1			
Désignation : Profilage finale de la poulie				
Machine-outil : (manuelle) couteau a deux manches				
Fixation : ?				
				
Désignation opérations	Eléments de coupe			Outillage
	Elévation vanne	Nombres de tours	Temps	Fabrication
Mise en forme	0	0	?	Couteau à deux manche

N°2 : Rouet

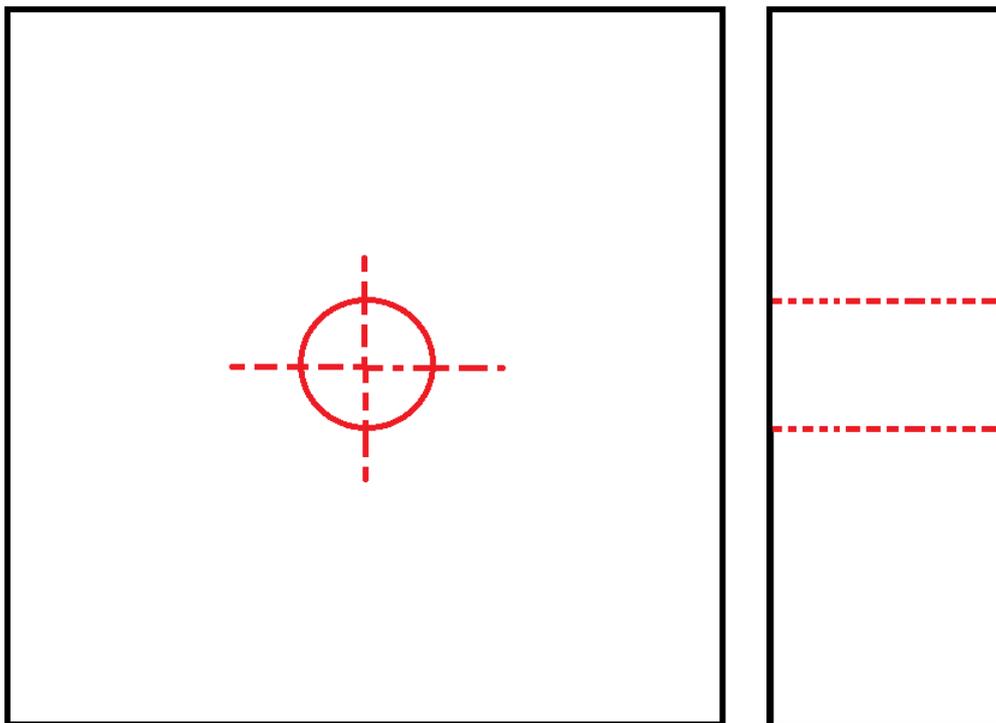
CONTRAT DE PHASE	Ensemble : Poulie simple de 9 pouces			Lieux de fabrication : Poulierie Brest
	Pièce : Rouet			
Phase n°1	Matière : Gayac			Type d'ouvrier : Qualifier
	Nombre : 1			
Désignation : Tronçonnage				
Machine-outil : Scie				
Fixation : Machoire en fer				
				
Désignation opérations	Éléments de coupe			Outillage
	Élévation vanne	Nombres de tours	Temps	Fabrication
Tronçonnage	3/2 pouces	111 tr/min	2min 12sec	lame de scie

CONTRAT DE PHASE	Ensemble : Poulie simple de 9 pouces	Lieux de fabrication : Poulierie Brest
	Pièce : Rouet	
Phase n°2	Matière : Gayac	Type d'ouvrier : Apprenti / Ouvrier qualifié
	Nombre : 1	

Désignation : Perçage trou essieu

Machine-outil : Machine à percer

Fixation : Chariot



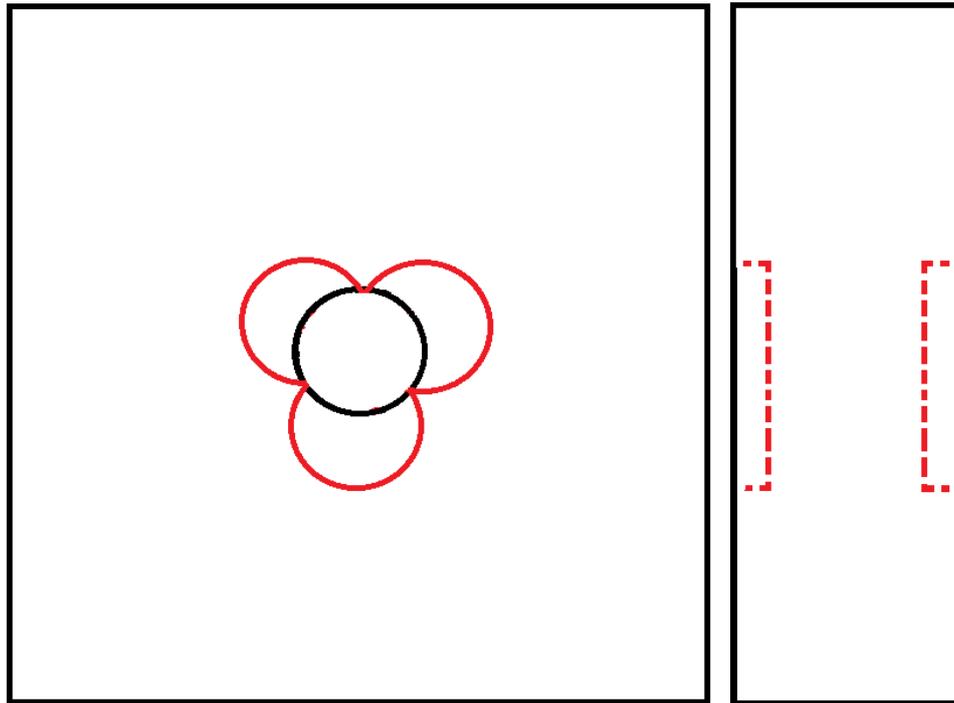
Désignation opérations	Éléments de coupe			Outillage
	Élévation vanne	Nombres de tours	Temps	Fabrication
Perçage	3 pouces	15 tr/Sec	52 sec	Mèche

CONTRAT DE PHASE	Ensemble : Poulie simple de 9 pouces	Lieux de fabrication : Poulierie Brest
	Pièce : Rouet	
Phase n°3	Matière : Gayac	Type d'ouvrier : Apprenti / Ouvrier qualifié
	Nombre : 1	

Désignation : Tronçonnage

Machine-outil : Machine à percer

Fixation : Chariot



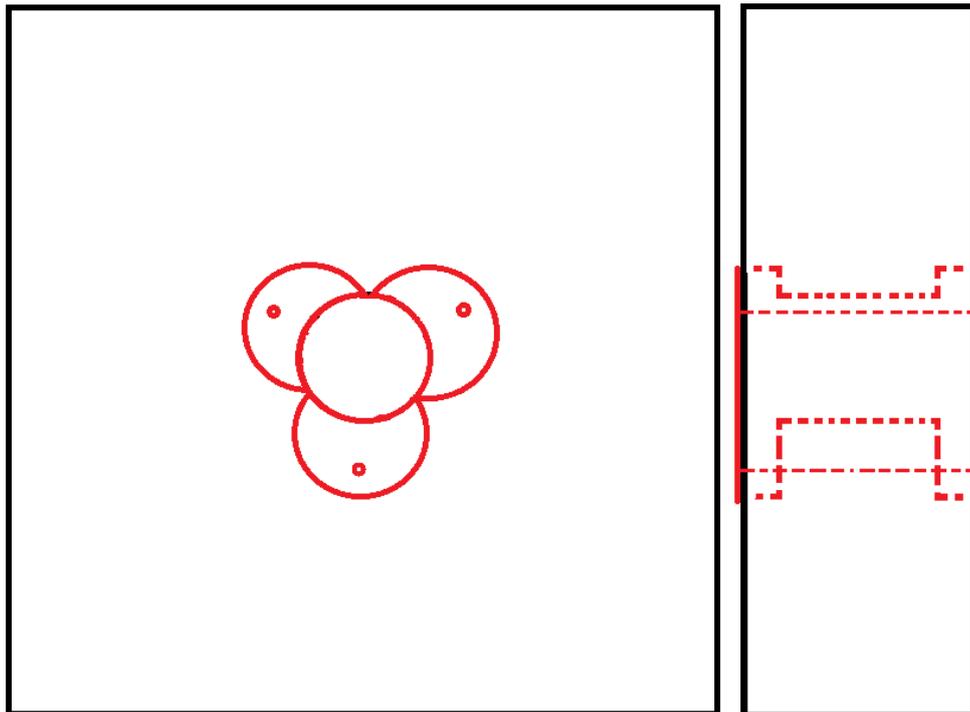
Désignation opérations	Éléments de coupe			Outillage
	Élévation vanne	Nombres de tours	Temps	Fabrication
Perçage	3 pouces	15 tr/Sec	1 min	Mèche

CONTRAT DE PHASE	Ensemble : Poulie simple de 9 pouces	Lieux de fabrication : Poulierie Brest
	Pièce : Rouet	
Phase n°4	Matière : Gayac	Type d'ouvrier : Apprenti / Ouvrier qualifié
	Nombre : 1	

Désignation : Mise en place des dez

Machine-outil : (manuelle) marteau

Fixation : aucune



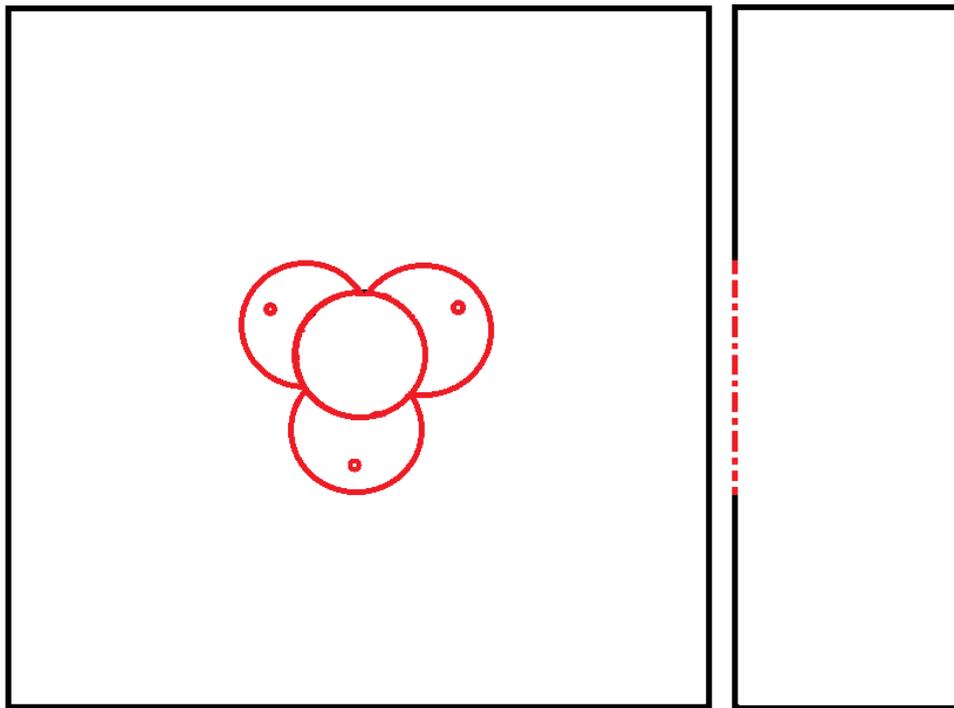
Désignation opérations	Éléments de coupe			Outillage
	Élévation vanne	Nombres de tours	Temps	Fabrication
Mise en place des dez	0	0	?	marteau et broches en fer

CONTRAT DE PHASE	Ensemble : Poulie simple de 9 pouces	Lieux de fabrication : Poulerie Brest
	Pièce : Rouet	
Phase n°5	Matière : Gayac	Type d'ouvrier : Apprenti / Ouvrier qualifié
	Nombre : 1	

Désignation : Affleurage

Machine-outil : Tour

Fixation : Poupée fixe et mobile



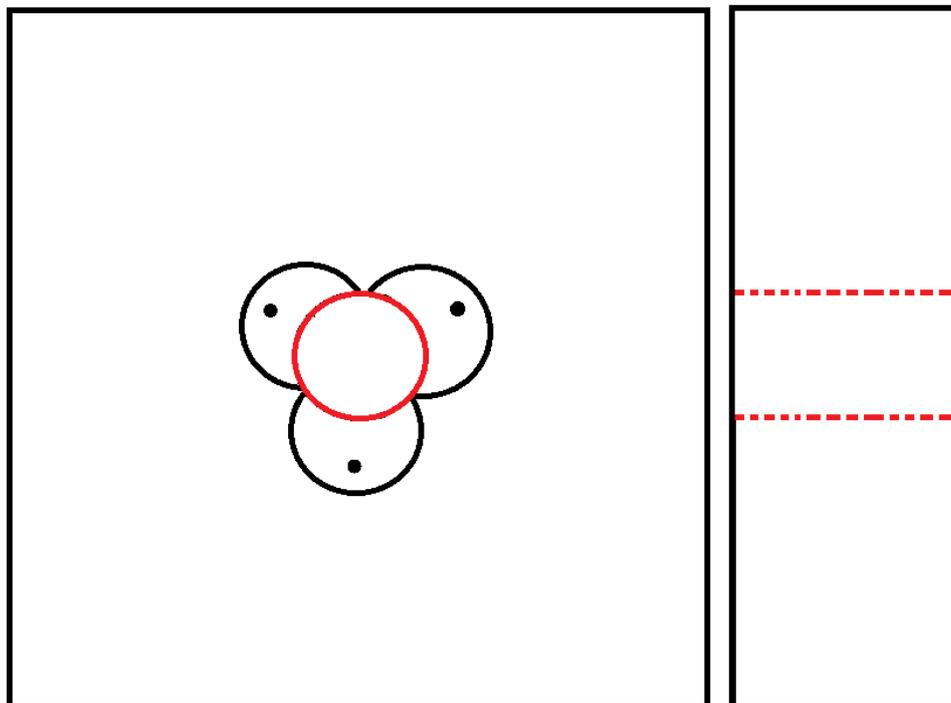
Désignation opérations	Éléments de coupe			Outillage
	Élévation vanne	Nombres de tours	Temps	Fabrication
Affleurages	2 pouces	5 tr/sec	4 min 2 sec	Lame d'acier à deux biseaux

CONTRAT DE PHASE	Ensemble : Poulie simple de 9 pouces	Lieux de fabrication : Poulierie Brest
	Pièce : Rouet	
Phase n°6	Matière : Gayac	Type d'ouvrier : Apprenti / Ouvrier qualifié
	Nombre : 1	

Désignation : Alésage

Machine-outil : Tour

Fixation : Poupée fixe et mobile



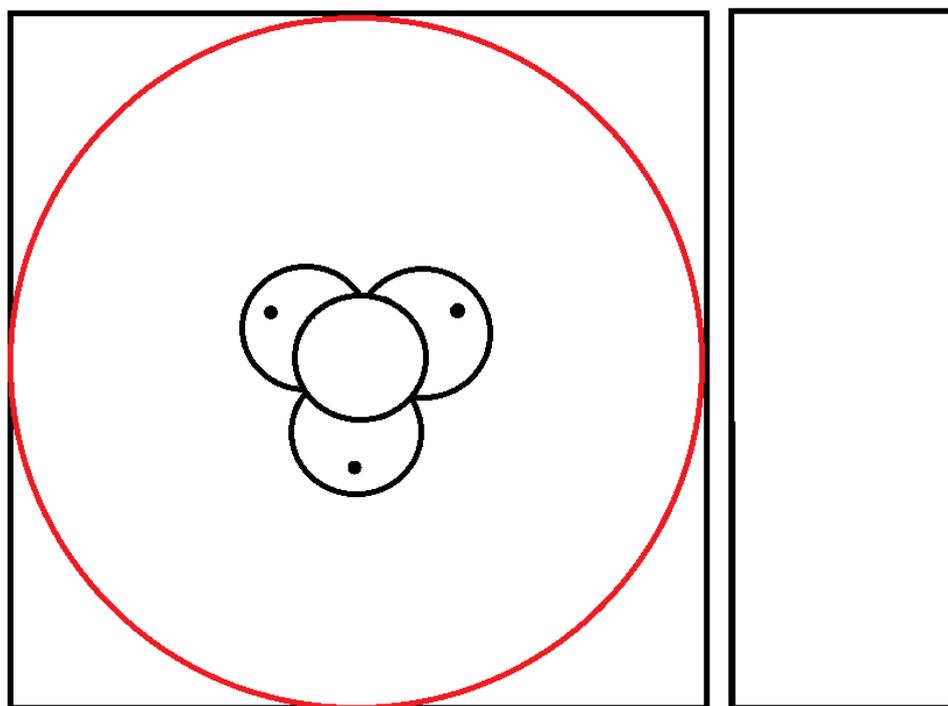
Désignation opérations	Éléments de coupe			Outillage Fabrication
	Élévation vanne	Nombres de tours	Temps	
Alésage	2 pouces	5 tr/sec	2 min 20 sec	équarisseur d'acier ou petit alésoir en fer garni de lames d'acier

CONTRAT DE PHASE	Ensemble : Poulie simple de 9 pouces	Lieux de fabrication : Poulierie Brest
	Pièce : Rouet	
Phase n°7	Matière : Gayac	Type d'ouvrier : Apprenti / Ouvrier qualifié
	Nombre : 1	

Désignation : Dégrossie du rouet

Machine-outil : (manuelle) Hache

Fixation : ?



Désignation opérations	Éléments de coupe			Outillage
	Élévation vanne	Nombres de tours	Temps	Fabrication
Dérossie	0	0	?	Hache

CONTRAT DE PHASE	Ensemble : Poulie simple de 9 pouces			Lieux de fabrication : Poulerie Brest
	Pièce : Rouet			
Phase n°8	Matière : Gayac			Type d'ouvrier : Apprenti / Ouvrier qualifié
	Nombre : 1			
Désignation : Tournage				
Machine-outil : Tour				
Fixation : Poupée fixe et mobile				
Désignation opérations	Eléments de coupe			Outillage
	Elévation vanne	Nombres de tours	Temps	Fabrication
Tournage	2 pouces	18 tr/sec	5min 6sec	Gouge

N°3 : Essieu

CONTRAT DE PHASE	Ensemble : Poulie simple de 9 pouces			Lieux de fabrication : Poulierie Brest
	Pièce : Essieu			
Phase n°1	Matière : Fer			Type d'ouvrier : Ouvrier qualifié
	Nombre : 1			
Désignation : Dégrossie				
Machine-outil : Tour				
Fixation : Poupée fixe et mobile				
				
Désignation opérations	Eléments de coupe			Outillage
	Elévation vanne	Nombres de tours	Temps	Fabrication
Dégrossie	2 Pouces	5 tr/sec	2 min 45 sec	Rabot avec lame à grain d'orge

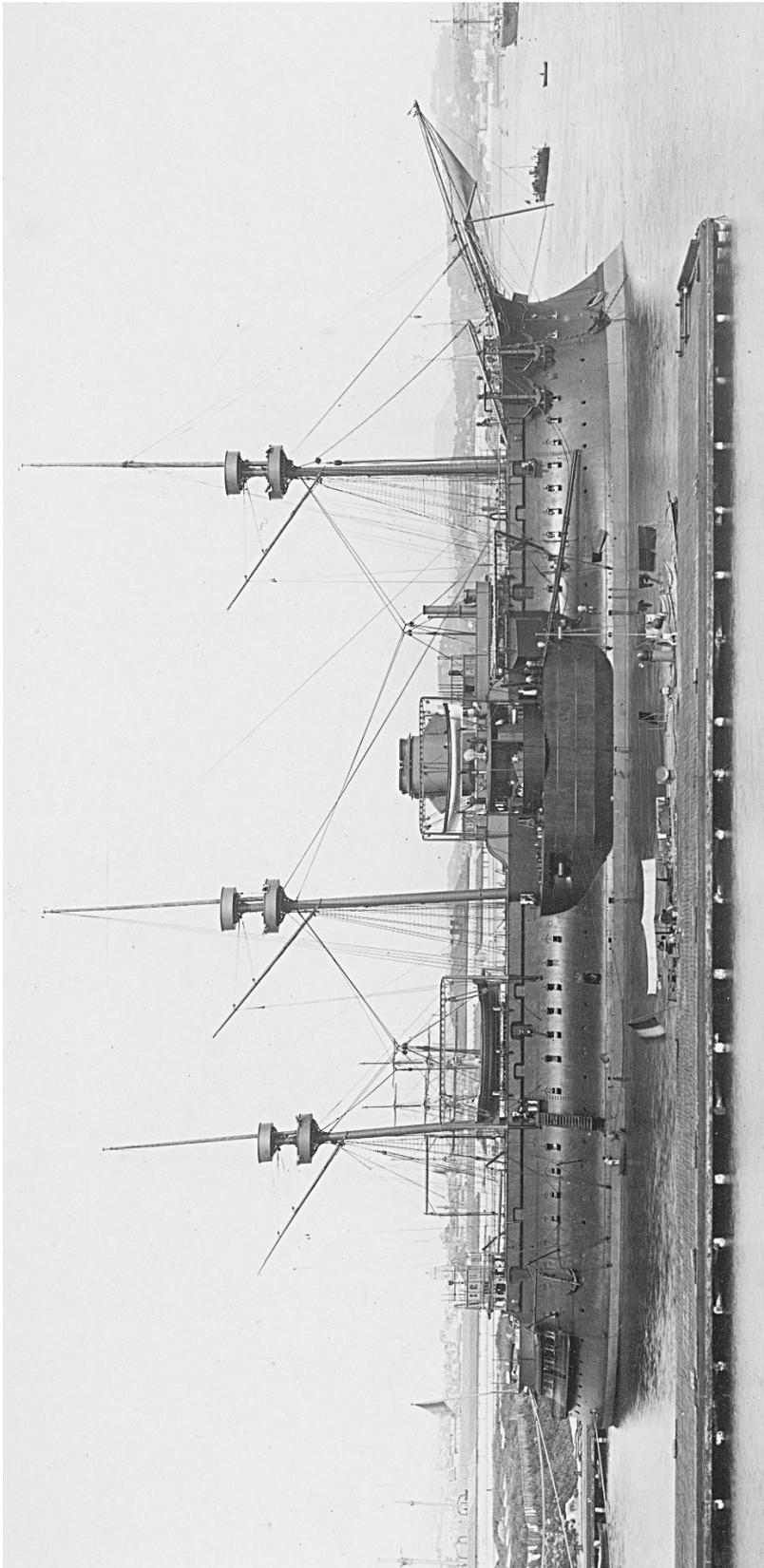
CONTRAT DE PHASE	Ensemble : Poulie simple de 9 pouces			Lieux de fabrication : Poulerie Brest
	Pièce : Essieu			
Phase n°2	Matière : Fer			Type d'ouvrier : Ouvrier qualifié
	Nombre : 1			
Désignation : Polissage				
Machine-outil : Tour				
Fixation : Poupée fixe et mobile				
				
Désignation opérations	Éléments de coupe			Outillage
	Élévation vanne	Nombres de tours	Temps	Fabrication
Polissage	2 Pouces	5 tr/sec	4 min	Rabot à large lame en biseau carré

Emplacement de la poulierie de l'arsenal de Brest en 1795¹³⁸



¹³⁸ Superposition réalisée sous Mapwarper de deux cartes ; une moderne (carte google Earth) et l'autre ancienne (Plan de la ville, du port et arsenal de marine de Brest, avec la rivière de Penfeld, pour servir au projet général de son entière perfection. (Signé : Brest, le 28 mai 1789, de Blondeau. Source : Gallica)

Le Redoutable (1889)¹³⁹



¹³⁹ Source : Tony Gibbons, *The Complete Encyclopedia of Battleships and Battlecruisers : A Technical Directory of all the World's Capital Ships from 1860 to the Present Day*, Londres, Salamander Books Ltd, 1983, 272 p.