

La poulisserie de l'arsenal de Brest au XVIIIe siècle : Culture technique, apprentissage et savoir-faire des poulieurs

The pulley workshop of the arsenal Brest in the eighteenth century : technical culture, learning and know-how of pulley manufacturers

Vincent Lecoustey

« 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 au XVIIIe siècle n'est pas un long fleuve tranquille, car une multitude de paramètres doivent être pris en compte, leurs apprentissages bien sûr, leurs outils et leurs machines utilisées pour la fabrication des divers composants que comporte une poulie. Objets des plus anodins sur un navire, car présents en grand nombre, mais qui sans lesquels la navigation reste un exercice périlleux. C'est ce qui amène à étudier le statut de ce métier, de ces poulieurs qui réalisent ces pièces essentielles au sein de l'arsenal.

Mots-clés : Histoire des techniques, XVIIIe siècle, Arsenal, Brest, poulisserie, poulie, poulieur, techniques, savoir-faire, apprentissage, outils, méthodes, humanité numérique, modélisation 3D

Abstract

Studying the know-how expertise of the pulley manufacturers at the arsenal of Brest in the 18th century is not an easy task, because a multitude of parameters must be taken into account, their learning of course, their tools and their machines used to make the various components that make up a pulley. They are the most trivial objects on a ship, because they are present in large numbers, but without them navigation would be a dangerous activity. This is what leads us to study the status of this profession, of the pulley manufacturers who produce its essential parts within the arsenal.

Keywords : History of techniques, 18th century, Technical culture, Arsenal, Brest, pulley workshop, pulley, pulley manufacturer, techniques, know-how, learning, tools, methods, digital humanity, 3D modelling

Table des matières

Table des matières	2
Introduction	3
I- Cadre théorique et problématique.....	8
A. Technique et savoir-faire, enjeu de définitions	8
Le geste technique	9
Le savoir-faire	10
B. L'atelier, un lieu de culture	12
C. Problématique.....	12
II- La fabrication des poulies au XVIIIe siècle ; Poulterie et pouliers de l'Arsenal de Brest	13
A. Méthode et outils pour la fabrication des poulies	13
B. Devenir poulier, la question de l'apprentissage	19
C. Quel(s) statut(s) pour les pouliers au XVIIIe siècle ?	23
D. La question des sources pour le XVIIIe siècle	25
III. Problématique en HN : la question de la modélisation 3D de l'activité des pouliers	26
A. Les données de la reconstitution.....	26
B. La reconstitution 3D	28
C. Critiques et propositions d'amélioration	29
Conclusion générale	30
Références.....	32
Table des illustrations	37
Annexes	38

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 et plus spécifiquement sur la fabrication des poulies entre la fin du XVIII^e siècle et le début du XIX^e siècle, notamment au travers de l'étude du manuscrit « Deslongchamps »¹ rédigé à la fin du XVIII^e siècle dans la ville de Brest. Cet ouvrage représente l'une des sources majeures de mon étude, il est donc rédigé en 1763 par Deslongchamps l'aîné, lieutenant des vaisseaux du roi et du port de Brest. Dans le cadre de cette étude, j'ai pour optique de le comparer avec d'autres sources se situant dans le même intervalle chronologique, comme L'Encyclopédie dirigée par Diderot & d'Alembert (1751-1765), ou encore le Dictionnaire de la marine française édité en 1792. Entre le XVIII^e et le XIX^e siècle l'activité du poulieur change avec la mécanisation de la poulie et de ce fait impacte également le statut de cette activité, économiquement et socialement.

Outre l'aspect comparatif des sources primaires, l'aspect Humanité Numérique prend sa place dans ce travail d'étude et de recherche dans la mesure où, par les éléments mis au jour, la perspective est la reconstitution numérique de l'environnement de travail du poulieur. Le but étant de mettre en lumière les savoirs et les techniques à l'œuvre pour la fabrication de ses artefacts essentiels pour la marine. Cette étude nécessite la définition du concept d'artefact. Ce qui est ici identifié comme artefact ce sont les poulies et l'activité produisant ces poulies, selon Pierre Rabardel² "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."

¹ Conserver à la Médiathèque des Capucins (Brest), réserve patrimoniale, cote MS54

² Rabardel, Pierre. « Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains », s. d., 195.

Le choix de ce sujet ainsi que la problématique s'inscrivent dans une dimension historique au travers de l'analyse des techniques, de leurs évolutions au travers de l'étude des dimensions sociale et économique du lieu et des époques étudiées. Ce travail de recherche s'insère dans le cadre des problématiques de recherche développées au Centre F. Viète en collaboration avec le CERV sur la thématique « paysages culturels industriels et humanités numériques » comme notamment ceux de Marie Morgane Abiven au travers de sa thèse « Humanités numériques, méthodes de conservation et de valorisation du patrimoine maritime. L'exemple des arsenaux de Brest et Venise » les artefacts sélectionnés concernant l'arsenal de Brest sont notamment les grues à mâter, les corderies ainsi que les forges de Pontaniou. De même par les travaux de Bruno Rohou, au travers de sa thèse intitulée « 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 ».

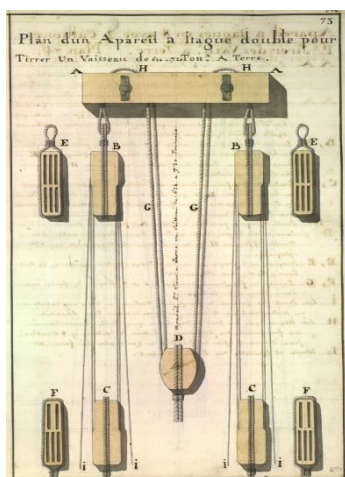


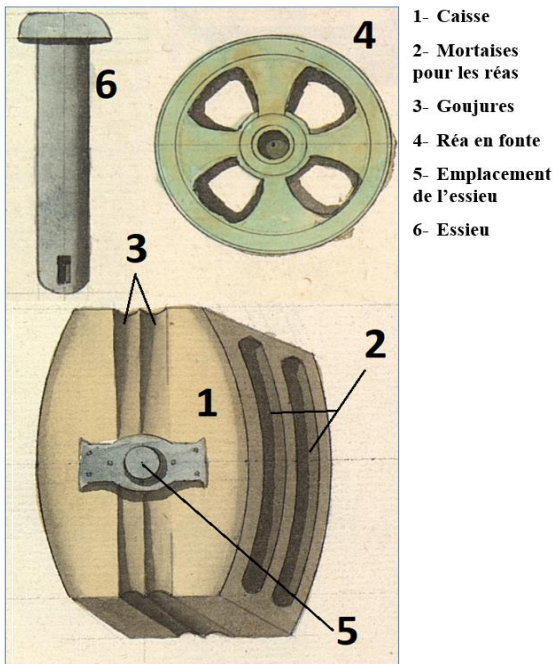
Figure 1 Planche 73 Plan d'un appareil à itaque double pour tirer un vaisseau de 624 à 720 tonneaux à terre p 224

Ce sujet portant sur la fabrication des poulies, prenons quelques instants pour examiner de quoi cela parle ; les poulies sont des machines simples³ qui existent depuis plusieurs milliers d'années, elles ont pour but d'aider au soulèvement de charges et/ou leurs déplacements, dans un premier temps grâce à l'énergie humaine ou animale puis par l'intermédiaire de moteurs. Pour qu'elles soient efficace, les poulies sont couplées entre elle, ce qui constitue un palan permettant de démultiplier la force.

³ Les premières tentatives d'explication théorique du fonctionnement des diverses machines datent d'Aristote. Dans son traité intitulé *Problèmes mécaniques*, la machine est définie comme « tout ce qui nous aide à vaincre la nature dans notre propre intérêt [...] ».

Elle est constituée d'une pièce en forme de roue fixée à un essieu, autour de laquelle passe une corde qui permet de soulever ou déplacer des objets plus lourds. On donne parfois (en voile) le nom de poulie à une moufle contenant une poulie à gorge, laquelle prend le nom de réa, la chape (la partie fixe) composée de deux joues est parfois équipée d'un anneau métallique destiné à frapper un cordage, le ringot. Il existe des poulies simples, ou à réas multiples.

Composition d'une poulie



Une poulie simple fixe n'a pas d'avantage mécanique, c'est-à-dire que la force qui doit être exercée est la même que celle qui est transmise pour lever l'objet sans la poulie. Néanmoins, la poulie simple fixe permet d'appliquer la force dans une direction différente, ce qui facilite certaines manœuvres.

La plus ancienne représentation connue d'une poulie se trouve sur un bas-relief assyrien daté de 870 avant notre ère.⁴ Le mécanisme est évoqué et décrit par Héron d'Alexandrie au Ier siècle dans son ouvrage *Μηχανική* (Mécanikè - trois livres sur les moyens de soulever des objets et sur leur centre de gravité)



Figure 3 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.
Lieu de conservation : Britishmuseum

La fabrication des poulies de marine est assurée par les poulieurs qui maîtrisent ce savoir-faire.

⁴ Bernard Vitrac, « Mécanique et mathématiques à Alexandrie : le cas de Héron » (2003), <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00175171>.

Les relations entre Brest et son arsenal au XVIIIe siècle

Flaubert à la fin du XIXe siècle 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. »⁵

Entre le XVIIIe siècle et le XIXe siècle, Brest est essentiellement militaire⁶, 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 »⁷. Brest a pour activité et vocation la préparation à la guerre. L'Académie de Marine (créée en 1752) reçoit son règlement définitif en 1769. À partir du milieu du siècle, l'architecte Choquet de Lindu contribue à donner un nouveau visage aux rives de la Penfeld en élevant de longs bâtiments qui s'étagent sur des berges excavées. Selon Yves Gallo, 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.

⁵ Flaubert, Gustave (1821-1880). Par les champs et par les grèves ; Voyages et carnets de voyages. / Gustave Flaubert. 1973.

⁶ 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>.

⁷ Yves Le Gallo, « Images d'une ville, la morte et la vive » dans Patrick Dieudonné (sous la direction de), *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 ».

I- Cadre théorique et problématique

L'étude de la fabrication des artefacts tels que les poulies nécessitent la définition de termes spécifique, tout d'abord ce qu'est la technique et les gestes techniques, mais également ce qu'est le savoir-faire dans le cadre de cette étude, car ce sont des mots fréquemment utiliser dans notre société, mais rarement définie, pourtant en fonction de sa culture propre, ces mots revêtent des sens parfois différents.

A. *Technique et savoir-faire, enjeu de définitions*

Le mot technique vient du latin *technicus*, et apparaît en France aux environs du XVIIe siècle.⁸ Le mot technique est d'abord employé pour exprimer la notion de construire ou fabriquer. Il est dans un premier temps surtout appliqué à la grammaire, en effet le technicien est celui qui enseigne les principes de la grammaire. Tels qu'il est compris actuellement, le terme apparaît au XIXe siècle et le mot « technique » prend plusieurs sens⁹.

Tout d'abord, il désigne un ensemble de procédés et de moyens pratiques propres à une activité. Selon Pierre Nevejans¹⁰ « Les techniques, dans une visée plus scientifique, sont un ensemble de procédés reposant sur des connaissances scientifiques et destinées à la production. Dans ce rapport avec la science, qui intéresse tout particulièrement pour le traitement de la question d'histoire moderne, les techniques sont donc l'application concrète, productiviste, des savoirs théoriques ».

⁸ Pierre Nevejans, « Sciences, techniques, pouvoirs et sociétés du XVIe siècle au XVIIIe siècle », s. d.,.

⁹ Jacquet-Pfau Christine, « Lexicographie et terminologie au détour du XIXe siècle : La Grande Encyclopédie », *Langages*, 2007/4 (n° 168), p. 24-38. DOI : 10.3917/lang.168.0024. URL : <https://www.cairn.info/revue-langages-2007-4-page-24.htm>

¹⁰ Pierre Nevejans, « Sciences, techniques, pouvoirs et sociétés du XVIe siècle au XVIIIe siècle », s. d., p176.

Le geste technique

Marcel Mauss qualifie la technique ainsi ¹¹ « J'appelle technique un acte traditionnel efficace (et vous voyez qu'en ceci il n'est pas différent de l'acte magique, religieux, symbolique). Il faut qu'il soit traditionnel et efficace. Il n'y a pas de technique et pas de transmission s'il n'y a pas de tradition » ce qu'il met en lumière ici c'est la tradition technique, la transmission et la répétition des gestes techniques qui « à l'évidence comment un tour de main ne s'apprend que lentement. Toute technique proprement dite a sa forme » ¹².

Selon Anne-Françoise Garçon¹³, le geste, pour être technique, incorpore un triptyque matière/action/pensée intentionnelle. « La technique, explique Michel Simondon, se définit essentiellement par ses schèmes de fonctionnement, ses normes opératoires internes. Il y a normes et normativités techniques dans la mesure où le sens de l'action humaine transformatrice s'oriente selon certaines solutions qui la réverbèrent et qui ne sont pas neutres. La normativité technique n'est ni industrielle seulement, ni économique ».

Du côté de la psychologie, ¹⁴ Nicolaï A. Bernstein (1896-1966) le fondateur de la « psychologie de l'activité », pionnier en matière de recherches en physiologie et biomécanique du mouvement, montre que la construction du mouvement est une « commande » du cerveau aux muscles, plus le mouvement est automatisé, plus la transmission se fait de façon rapide, cette conception sous-tend qu'il faut une répétition pour que le mouvement, le geste s'affine.

La transformation du bois pour en faire des poulies de taille et de forme différente est un savoir-faire sophistiqué qui nécessite une interprétation

¹¹ Loudcher Jean-François, « Limites et perspectives de la notion de Technique du Corps de Marcel Mauss dans le domaine du sport », *Staps*, 2011/1 (n°91), p. 9-27. DOI : 10.3917/sta.091.0009. URL : <https://www.cairn.info/revue-staps-2011-1-page-9.htm>

¹² Marcel Mauss et Marcel Mauss, *Les techniques du corps*, Classiques des sciences sociales. (Chicoutimi: J.-M. Tremblay, 2002), p6.

¹³ Anne-Françoise Garçon, « Des modes d'existence du geste technique », *e-Phaïstos*, IV-2 | 2015, p84-92.

¹⁴ Blandine Bril, Valentine Roux, « Le geste technique, Réflexions Méthodologiques et Anthropologiques »

du matériau et un ajustement des mouvements, un savoir-faire qui implique une procédure complexe et par conséquent nécessite un apprentissage.

Le savoir-faire

Le savoir-faire, voilà un mot de plus en plus présent dans notre société, à la télévision dans des émissions culinaires ou autre, à la radio, dans les médias en règle générale. Le savoir-faire apparaît presque comme un mot valise, mais qu'est-ce que le savoir-faire représente vraiment ? Pour tenter de donner une définition, il est approprié d'étudier dans un premier temps une définition juridique :

Selon le règlement européen n° 316/2014 du 21 mars 2014, un savoir-faire est "un ensemble d'informations pratiques, résultant de l'expérience et testé, qui est :

- i) Secret, c'est-à-dire qu'il n'est pas généralement connu ou facilement accessible,
- ii) Substantiel, c'est-à-dire important et utile pour la production des produits contractuels,
- iii) Identifié, c'est-à-dire décrit d'une façon suffisamment complète pour permettre de vérifier qu'il remplit les conditions de secret et de substantialité." (Article premier 1. i)).

Cette définition juridique ne convient pas complètement, un petit détour par la notion de compétence s'impose. Selon le Dictionnaire des ressources humaines¹⁵ « la compétence rassemble trois types de savoir : un savoir théorique (connaissances), un savoir-faire (expériences) et un savoir-être (une dimension comportementale) mobilisés ou mobilisables qu'un salarié met en œuvre pour mener à bien la mission qui lui est confiée ».

Le savoir-faire, tout comme les savoirs et le savoir-être composent donc

¹⁵ PERETTI Jean-Marie, Dictionnaire des ressources humaines, 2ème édition, Vuibert 2001, p. 60.

la compétence. Selon le Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales, le savoir-faire est la « Pratique aisée d'un art, d'une discipline, d'une profession, d'une activité suivie ; habileté manuelle et/ou intellectuelle acquise par l'expérience, par l'apprentissage, dans un domaine déterminé. ». Comme son appellation l'indique, si je sais faire telle ou telle activité, c'est que je l'ai déjà faite ; il s'agit bien d'une pratique.

De plus, une part essentielle du savoir-faire comporte un aspect implicite : le ressenti. En effet, la maîtrise d'une technique exige certes de connaître la ou les procédures à mettre en œuvre pour la réalisation de la tâche, mais également la répétition, les multiples répétitions ayant pour buts d'affiner le geste pour une meilleure efficacité, avoir la maîtrise d'un savoir-faire est donc une entreprise plus ou moins longue basée sur la répétition et le ressenti de l'exécutant des différents gestes techniques exécutés. Le cœur du savoir-faire réside dans la maîtrise des procédures, des gestes et bien sûr des outils associés à l'exécution de la tâche à réaliser, cet ensemble fait système, et représente la pierre angulaire du savoir-faire.

Selon Yves Barel¹⁶ cité par Marie-Noëlle Chamoux¹⁷ dans « La transmission des savoir-faire : Un objet pour l'ethnologie des techniques ? » « 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. »

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

¹⁷ Marie-Noëlle Chamoux, « La transmission des savoir-faire : Un objet pour l'ethnologie des techniques ? », *Techniques & Culture*, 54-55 | 2010, 139-161.

B. L'atelier, un lieu de culture

Pour E. Jacques¹⁸, la micro-culture de l'entreprise, c'est son mode de pensée et d'actions habituel et traditionnel plus ou moins partagé par tous ses membres, et qui doit être appris et accepté, au moins en partie, par les nouveaux membres, pour qu'ils soient acceptés dans l'entreprise. Le courant nord-américain préfère quant à lui le terme « climat d'une entreprise » (organizational climate) qui est ainsi défini :

le climat de l'entreprise est un ensemble de qualités relativement stables de l'environnement interne de celle-ci qui

a) est perçu par les membres de cette entreprise, ainsi que par les personnes qui sont en relation avec elle ;

b) influence le comportement de ces personnes ;

c) peut être décrit en évaluant un ensemble de caractéristiques propres à une entreprise.

La micro-culture d'une organisation s'impose aux membres de celle-ci en modelant leur comportement. La micro-culture d'un atelier ne se confond pas avec la culture ouvrière : si elle est commune aux membres de cet atelier, elle est également propre à ce lieu. Les membres d'un atelier donné peuvent participer lorsqu'ils sont hors de leur lieu de travail, à des cultures différentes.

C. Problématique

L'activité des poulieurs de l'arsenal de Brest au XVIII^e siècle étudiée à travers la notion de savoir-faire soulève de nombreuses questions. En effet, si l'on parle de savoir-faire, il faut parler des méthodes de fabrication des poulies et de ce fait, des outils et machines employés pour mener à bien la réalisation des objets techniques que sont les diverses poulies, objets essentiels pour la navigation, mais aussi pour la bonne marche du port arsenal au XVIII^e siècle. Quels outils pour quelles phases dans la fabrication, quelles méthodes ? Y a-t-il une ou plusieurs façons de faire ?

De plus, pour qu'il y est un savoir-faire il faut une phase d'apprentissage, ce qui oblige à s'interroger sur la façon dont la formation des poulieurs est mise en œuvre au sein de l'arsenal au cours du siècle, son cadre, ses réglementations, mais cela soulève également la question de la forme que prend l'apprentissage.

Les poulieurs réalisent des objets essentiels et techniquement complexes,

¹⁸ Liu Michel. Technologie, organisation du travail et comportement des salariés. In: Revue française de sociologie, 1981, 22-2. pp. 205-221

grâce à un savoir-faire spécifique, il serait légitime de penser qu'ils ont un statut privilégié au sein de l'arsenal, néanmoins est-ce vraiment le cas ? Jouissent-ils d'une rémunération plus conséquente que les autres ouvriers de l'arsenal ? Ou d'environnement de travail à la pointe en termes d'équipements ?

Enfin se pose la question des sources, y a-t-il des traces suffisantes pour retracer l'activité des poulieurs au XVIII^e siècle ?

II- La fabrication des poulies au XVIII^e siècle ; Poulie-rie et poulieurs de l'Arsenal de Brest

A. Méthode et outils pour la fabrication des poulies

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.

Première source importante : 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'ainé (1721-

1771), Lieutenant des Vaisseaux du Roi du port de Brest qu'il l'achève en 1763. Il comporte 331 pages dont 44 sont consacrés aux poulies et aux outils des poulieurs.¹⁹

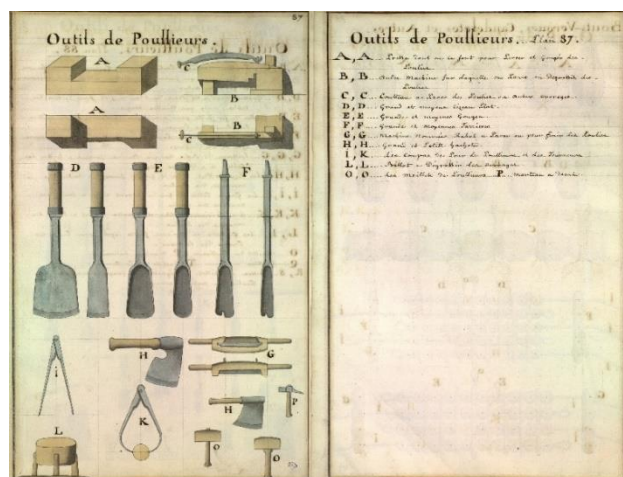


Figure 3 Planche 87
Outils de Poulieurs et
descriptifs p 251 – 252

¹⁹ 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 especes et de toutes sortes d'Appareux pour virer des vaisseaux a terre sur la calle » p 212 à 254

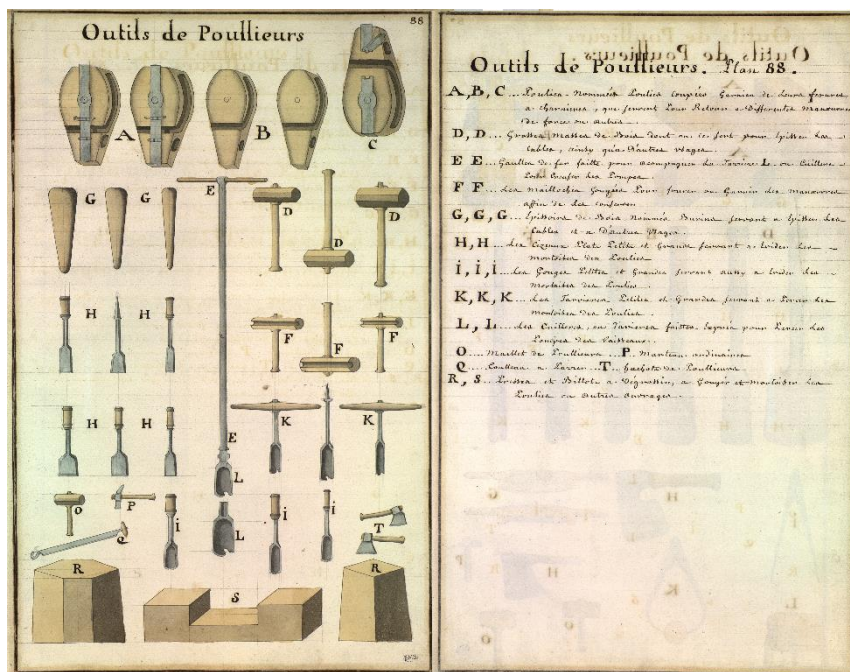


Figure 4 Planche 88 Outils de Poullieurs et descriptifs p 253 – 254

Dans ce manuscrit ne figure que des outils à main, toutefois il semble qu'il y est des manques, en effet il n'y a pas de représentation d'outils de sciage n'y même d'instruments de mesure, pourtant les poulies doivent être faites avec une grande précision pour être efficaces, Armand de Kersaint²⁰ 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. Il pouvait être à énergie humaine, par l'action du poullieur sur une pédale entraînant une courroie relier à une roue munie d'un contre poids faisant ainsi se mouvoir un axe horizontal sur lequel la pièce à mettre en forme était fixée (c'est ce type de tour qui est représenté sur la gravure sur bois représentant une poulserie hollandaise de la fin du XVIIe siècle). Il pouvait également s'agir d'un tour à énergie hydraulique, avec un entraînement de l'axe grâce à la force de l'eau. Le baron Tupinier évoque ce type de tour dans son rapport sur le matériel de marine publié en 1838, où il décrit la poulserie de Brest

²⁰ Armand de Kersaint « Mémoire sur le gréement » 1786

construite en 1794²¹ « On voit encore la machine à frottements qui fait mouvoir des scies, des tours, des outils à percer, mais cette machine que l'insuffisance des eaux dont elle reçoit le mouvement force souvent à chômer a d'ailleurs toute l'imperfection des premiers essais qu'on a fait pour introduire en France l'usage des mécaniques : c'est en d'autres termes un produit de l'enfance de l'art. » Aux vues des outils présents dans le manuscrit de Deslongchamps et bien qu'il ne comporte aucun descriptif sur la façon dont les poulieurs façonnaient les poulies au XVIII^e siècle, certaines hypothèses peuvent être émises quant aux processus de fabrication des poulies suivis par les poulieurs de l'arsenal de Brest en s'appuyant sur le dictionnaire technologique, ou nouveau dictionnaire universel des arts et métiers, et de l'économie industrielle et commerciale de 1830. Exemple d'un procédé de fabrication d'une poulie faite à la main²² : « Les moufles sont toujours en bois d'orme et le rouet en gaïac. Le rouet est exécuté au moyen de la scie et du tour. On débite le bois en rondelles d'épaisseur convenable et grossièrement circulaires. On les rend cylindriques sur le tour, en y ménageant une gorge dont la profondeur répond au rayon de la corde qui doit l'envelopper ; on perce ensuite au centre un trou cylindrique perpendiculaire aux bases planes, pour recevoir l'axe. Ce trou est garni d'une virole ou anneau de cuivre dont l'ouverture circulaire a presque exactement le même diamètre que l'essieu. Au lieu d'une virole, on préfère boucher le trou par un dé en cuivre ajusté avec une grande précision dans une entaille préparée pour le recevoir ; on le boulonne ensuite. Le dé est carré, ou triangulaire, ou en trèfle à trois branches circulaires, pour qu'il ne puisse pas tourner dans sa mortaise. La caisse dans laquelle les poulies mouflées est la partie la plus difficile à travailler. Après avoir débité l'arbre avec la scie, en tronçons ayant l'épaisseur voulue, ce tronçon est de forme rectangulaire, il faut y creuser les mortaises et les trous pour loger les roues et leur axe. C'est un travail lent et difficile quand on le fait à la main, avec la tarrière, le maillet et le ciseau. On trouve plus commode d'y percer vers un des bouts de la mortaise un trou cylindrique dans le sens que doit avoir la mortaise et ayant pour diamètre la largeur de celle-ci ; on introduit dans

²¹ Jean-Marguerite (1779-1850) Auteur du texte Tupinier, *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 <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6545354n>.

²² Dictionnaire technologique, ou nouveau dictionnaire universel des arts et métiers, et de l'économie industrielle et commerciale 1830 p 424

ce trou une petite lame de scie très mince, dont on se sert pour détacher le bois à droite et à gauche et ouvrir la mortaise à jour selon deux plans parallèles aux faces de la caisse. »

Grâce au manuscrit de Delongchamps ainsi que du dictionnaire technique de 1830, cette hypothèse peut être émise sur le processus de fabrication des poulies :

Exemple pour une poulie de retour issu du manuscrit de Deslongchamps.

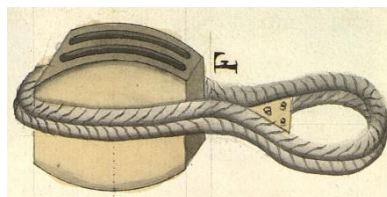


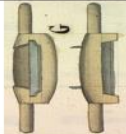





Figure 5 Planche 83 Poulie de retour référence F p 244

Fabrication de la caisse :

Nom et croquis des outils	Operations	Numéros de phases
Herminette	Equarrissage	1
Scie	Tronçonnage	2
Tarière 	Mortaisage	3
Hachette 	Dégrossissage de la caisse	4
Rabot 	Mise en formes de la caisse	5
Tarière 	Perçage de l'axe	6

Fabrication des réas :

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

Fabrication de l'essieu :

Nom et croquis des outils	Operations	Numéros de phases
Scie	Tronçonnage	1
Rabot / Ciseau / Scie	Mise en formes grossière	2
Tour	Mise en forme	3

Le processus de fabrication proposé n’est évidemment pas le seul possible pour réaliser ce type de poulie, idem pour les outils proposés pour la fabrication. Néanmoins cela permet de rendre compte de la multitude de manipulations et d’outils employés par le poulieur au XVIIIe siècle pour exercer son métier.

Gamme de flux pour une poulie de retour à doubles réas		
Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2
Poulie de retour à deux réas	Réa (x2)	Bois de Gaïac
	Axe (x1)	Bois d'Orme
	Caisse (x1)	Bois d'Orme
	Dé (x2)	Cuivre

Cette gamme de flux montre le nombre de pièces et la composition de celles-ci qui entre dans le processus de montage d’une poulie de retour à double réas, dans cet exemple il faut six pièces pour réaliser la poulie, dont quatre sont directement réalisées par le poulieur.

Au XVIII^e siècle, Armand de Kersaint relève plusieurs types de défauts sur les poulies utilisées sur les vaisseaux²³ :

- L'utilisation de bois de mauvaise qualité.
- Des caisses de poulie creusées irrégulièrement.
- Des essieux sont trop épais.
- Des réas trop petits.
- Des dés de fonte et des essieux en fer très mal faits et peu utilisés.

Bien qu'il ne donne pas la cause de ses défauts, cela interroge sur le savoir-faire des poulieurs, sur leur façon de faire et leurs conditions matérielles pour la fabrication du pouliage des vaisseaux.

Y avait-il un problème de formation ? D'outils ? De méthode de fabrication ? Ou encore de délais pour la fabrication des poulies, ou d'utilisation de bois vert, c'est à dire qui n'a pas eu le temps de sécher convenablement durant quelques années ?

Faute de sources clairement identifiées sur ce sujet, il est pour le moment impossible de connaître précisément quelles sont les causes exactes de ses défauts.

B. Devenir poulieur, la question de l'apprentissage

Au XVIII^e siècle, dans la France d'ancien régime, les métiers sont organisés en jurandes et corporations des professions artisanales. Cette organisation des métiers régit l'apprentissage. Toutefois cela ne s'applique pas dans les arsenaux et celui de Brest ne fait pas exception, au sein des ports de guerre, il existe un autre système, celui des classes imposées aux « gens de mer ».

Ce système est formalisé par deux ordonnances, celle de 1681 et celle de 1689, qui permet d'organiser le recrutement du personnel exerçant un métier maritime au service de la marine d'État ce qui leur permet d'obtenir un statut de « gens de mer ». Les métiers de la construction y sont

²³ Mémoires du comte de KERSAINT, 1785 (A.N., Marine B7 475 n° 20 et 21)

également rattachés y compris les poulieurs.

Les métiers de la construction navale sont les métiers qui mobilisent le plus de personnes au sein des ports et arsenaux. En effet, il faut des charpentiers pour la réalisation des coques et des mâtures, des cordiers pour la fabrication des très nombreux cordages, des drapiers et texiers qui fournissent les toiles permettent ainsi de confectionner les voiles des navires, des forgerons pour la réalisation des ancres entre autres, des taillandiers qui fabriquent les outils et fers tranchants à destination de l'ensemble des métiers de la construction, des cloutiers et bien sûr, des poulieurs qui réalisent l'ensemble des innombrables poulies qui équipe les navires, mais également les engins de levage tels que la grue à mâter.²⁴

Avant l'âge de 18 ans, les apprentis sont inscrits sur l'état « des apprentis ouvriers », après, et s'ils souhaitent continuer à exercer leur profession, ils figurent sur les registres des « ouvriers non navigants ». Ils doivent se soumettre aux levées qui viendront compléter la main-d'œuvre des arsenaux suivant l'ordre des classes, remplacé par le « tour de rôle », officialisé en 1784. En 1787, les ateliers de voilerie, mâture, poulserie et la corderie sont aussi attribués à des entrepreneurs. Ils doivent rétribuer tous les journaliers qui y sont employés. La volonté d'étendre ce système pour des raisons de pénurie budgétaire à l'ensemble des chantiers de construction et d'entretien des navires entraîne une nouvelle forme d'entreprise, celle des associations d'ouvriers de l'arsenal qui se substituent à un entrepreneur privé. Les jeunes ouvriers au grade d'apprentis participent-ils à ces « sociétés » dans cette nouvelle organisation du travail ? Il semble que oui, car les « apprentis et compagnons ne doivent point avoir de part dans les profits » indique le ministère en 1785.²⁵

Le rôle de l'apprentissage est essentiel pour l'arsenal, on le retrouve dans la volonté royale « Sa Majesté voulant, pour le bien de son service, qu'il se forme toujours de nouveaux ouvriers ; il observera que dans le nombre de ceux employés de toute espèce, il y en ait un dixième d'apprentis, pourvu toutefois qu'ils soient en âge d'apprendre & capables de se perfectionner ; les fils d'ouvriers au service seront préférés, & la paye que

²⁴ Les ports d'Auray et de Vannes aux XVIIe et XVIIIe siècles : ville, architecture et identité portuaire sous l'Ancien Régime Julien Danielo, 2008

²⁵ Sylviane Llinares. L'apprentissage dans les arsenaux de la Marine au XVIIIe siècle.

l'intendant aura fixé pour eux, sera augmentée à proportion qu'ils deviendront plus habiles : défend sa majesté, sous peine de punition, aux maitres sous lesquels ils travailleront, de rien exiger d'eux, sous quelque prétexte que ce soit. »²⁶

La grande majorité des sources concernant l'apprentissage est d'ordre juridique ou comptable, en effet pour le moment aucune source ne traite de l'activité en elle-même de ses apprentis. Toutefois une gravure sur bois hollandaise de la fin du XVIIe siècle peut renseigner ou du moins permet d'émettre des hypothèses quant à l'activité des apprentis au sein d'une poulie.



Figure 6 "INT GEKROONDE YNBLOCK", 1694, bois de hêtre, 52 x 133 x 12 cm, Rotterdam, Musée Rotterdam

L'apprentissage d'un métier au XVIIIe siècle commence tôt, parfois dès 8 ans. Il n'existe pas de traité sur la méthode de fabrication des différents types de poulies au XVIIIe siècle²⁷. La transmission du savoir-faire passe donc par l'observation des gestes techniques, et surtout par la pratique des gestes au fur et à mesure de l'apprentissage. Rares sont les traces de cette activité, toutefois un panneau de façade en bois sculpté très détaillé, illustre une part de l'activité d'un atelier de poulie de mâts et pompes de la fin du XVIIe siècle (1694) en Hollande actuelle. Sur ce panneau, deux personnages semblent être des apprentis, ils sont de plus petite taille que

²⁶ 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. 1786. p 367

²⁷ Du moins à ce jours aucun document de ce type n'a été retrouver à ma connaissance pour le XVIIIe siècle.

les autres personnages sculptés, le personnage le plus à gauche semble être le maître, celui en face semble être un des apprentis. Le maître creuse une pompe à clapets avec son apprenti qui l'aide en maintenant l'axe du foret à cuillère. La tâche de l'apprenti est moins physique que celle du maître, mais cela lui permet d'observer les gestes et la posture qu'il faut avoir pour mener à bien le perçement. On remarque également un deuxième apprenti qui ramasse dans un panier les copeaux issus de la taille d'une poulie violon exécuté par le valet. Cette scène dévoile deux aspects autour de la fabrication des poulies, d'une part cette activité produit beaucoup de « déchets » sous la forme de petites chutes de bois et de copeaux, encore aujourd'hui, certains travailleurs du bois caractérisent leur activité comme celle de fabricant de copeaux qu'il va s'agir soit d'éliminer, soit de valoriser. L'autre aspect est celui de l'apprentissage des enfants. Bien que la petite taille du personnage n'induit pas directement qu'il est un enfant, toutefois, l'extrême simplicité de sa tâche tend à le faire penser.

Les ateliers de fabrication dans cette organisation sont placés sous l'autorité de l'intendant ou à défaut sous celle du commissaire général. La gestion des effectifs semble également être du ressort du commissaire général. Le nombre de poulieurs au sein de l'arsenal n'est pas fixe, en effet leurs nombres peut varier en fonction du nombre d'armements à réaliser sur une période donnée, a par exemple en avril 1776, l'arsenal de Brest employait 32 poulieurs, en juin 80 poulieurs, puis août les effectifs passe à 47 poulieurs. Entre 1785 et 1788 les effectifs de poulieurs sont en légère augmentation, ils passant de 54 à 64 poulieurs. Le nombre de poulies sur un navire est variable en fonction de sa taille, il faut environ 80 pièces issues de la poulserie pour une frégate de 32 canons²⁹ cela passe à 500 poulies pour un gréement, 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 74.³⁰

1909): Un exemple de stabilité administrative. Sciences de l'Homme et Société. Université Lille 2, 2014. Français. P. 459

²⁹ *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 (Panckoucke, 1786).

³⁰ sylviane llinares, marine, propulsion et technique : l'évolution du système technologique du navire de guerre français au xviii^e siècle. volume i, 1994. p139

Tableau du nombre et du coût du pouliage pour une frégate de 32 canons			
Type de pouliage	Nombre	Prix unitaire Livre / Sou / Denier	Total Livre / Sou / Denier
Poulies de retour	12	40 S	24 L
Caliores à trois rouets	4	12 L	48 L
Caps de moutons	52	38 S 4 D	99 L 13 S 4 D
Poulies doubles à palans	3	3 L 12 S	10 L 16 S
Poulie simple	8	30 S	12 L
Pommes pour bâ- ton de Pavillon	1	1 L 10 S	1 L 10 S
Mouton pour la cloche	1	6 L	6 L
		Total :	129 L 19 S 4 D

La rémunération des poulieurs ce faisant à la journée, la somme varie entre 14 et 20 sous en 1777 selon le devis de construction d'une frégate de 32 canons, ce qui représente une somme relativement faible à vue du degré de technicité des ouvrages, mais également de leur importance pour la navigation.

D. La question des sources pour le XVIIIe siècle

De nombreuses sources contemporaines du XVIIIe siècle existent sur la navigation et la marine en général. Une littérature abondante traite du fonctionnement des navires, de l'organisation des ports (essentiellement des ordonnances royales sur la question de l'organisation), de la composition des navires. Néanmoins peu de sources traitent de la fabrication des objets qui les composent et en particulier du cœur du sujet, les poulies. La façon dont elles sont produites, les conditions dans lesquelles elles sont réalisées nous sont parvenues seulement de façon fragmentaire par le biais de l'encyclopédie de Diderot et d'Alembert, les encyclopédies de Marine ou encore le manuscrit de Deslongchamps, essentiellement sous la forme d'iconographie, ce qui renseigne sur l'aspect des poulies et outils utilisé

pour leur fabrication, mais pas sur la façon dont elles ont été réalisées. L'éclatement des archives physiques n'aide en rien au travail de recherche sur le sujet, néanmoins ces fonds d'archives existants sont mobilisables, notamment les fonds du Service Historique de la Défense à Brest ainsi qu'à Vincennes, les archives Nationales et départementales.

Quelques écrits ont toutefois vu le jour sur le sujet, notamment ceux de Sylviane Llinares, mais dans l'ensemble, le sujet reste peu fouillé notamment sur la question du savoir-faire et les gestes techniques des poulieurs au XVIII^e siècle.

On remarque une littérature plus abondante pour le XIX^e siècle en lien avec l'essor de la mécanisation et l'utilisation de la vapeur comme énergie motrice en remplacement ou superposition des énergies hydrauliques, animales et humaines.

III. Problématique en HN : la question de la modélisation 3D de l'activité des poulieurs

A. Les données de la reconstitution

Présentation de la problématique

Comment rendre compte de l'activité des poulieurs de façon dynamique dans l'optique d'une médiation culturelle ?

Présentation des sources

Une des sources essentielles pour la réalisation d'une modélisation en 3D est le manuscrit de Deslongchamps où sont illustrés plusieurs types de poulies et d'outils de poulieurs. Pour compléter les informations apportées par le manuscrit, l'Encyclopédie de marine est très utile notamment car elle renseigne sur les matériaux employés (bois d'orme pour la caisse ; gaïac pour les réas), cette information permet d'être au plus juste sur l'aspect visuel des poulies, mais également permet des calculs de résistance des matériaux grâce à certain type de logiciel de conception 3D comme TopSolid ou encore SolidWorks.

Présentation du logiciel FreeCAD pour la modélisation 3D des outils et poulies

Pour la réalisation d'un modèle de poulie en 3D plusieurs logiciels sont envisageables, toutefois le choix s'est porté sur le logiciel FreeCad.

FreeCAD est un logiciel de modélisation 3D libre de droit pour la CAO (Conception Assistée par Ordinateur), IAO (Ingénierie Assistée par Ordinateur) ou encore de PLM pour (Product Data Management) on parle en français de SGDT (Système de Gestion des Données Techniques). Ce logiciel est principalement orienté vers le génie mécanique et le design de produits, mais il vise également d'autres disciplines, telles que l'architecture.

FreeCad a néanmoins certaines limites dans son utilisation, pour la réalisation d'espace notamment, en effet il s'avère complexe à utiliser pour modéliser un lieu tel qu'un atelier car beaucoup de paramètres rentrent en jeu et sont difficilement intégrables rapidement et efficacement dans la modélisation 3D.

Présentation de l'hypothèse de modélisation d'une poulserie

Dans l'hypothèse d'une reconstitution de la poulserie de l'arsenal de Brest de façon simple et efficace, le choix du logiciel de conception 3D SketchUp semble plus adapté, en effet cet outil permet de réaliser rapidement des modélisations visuellement efficaces avec la possibilité d'intégrer des textures pour rendre la modélisation plus organique.

Ce logiciel de modélisation 3D, d'animation et de cartographie est orienté vers l'architecture. Il se caractérise par des outils simples (rotation, extrusion, déplacement, etc.). Ce logiciel conviendrait donc pour la modélisation de l'atelier de poulserie avec l'intégration de pièces réalisées sous FreeCad tel-que des outils et des poulies. De plus il permet de réaliser des animations 3D pour « visiter » la reconstitution ce qui est particulièrement intéressant dans l'optique d'une médiation sur le sujet.

B. La reconstitution 3D

Essai de modélisation d'une Caisse de poulie en orme et d'un réa en gaïac sous freecad :



Figure 9 Caisse d'une poulie avec application d'une texture bois d'orme

Cet essai de modélisation 3D réalisé sous FreeCad donne une idée du potentiel du logiciel, l'intérêt majeur est la possibilité d'appliquer des textures extraites de photographie pour coller au maximum à la réalité. Dans cet exemple, la photographie d'une planche d'orme est appliquée sur la caisse de la poulie, ce qui en termes de rendu donne un aspect beaucoup plus organique vis à vis qu'une simple application d'une texture bois générique.

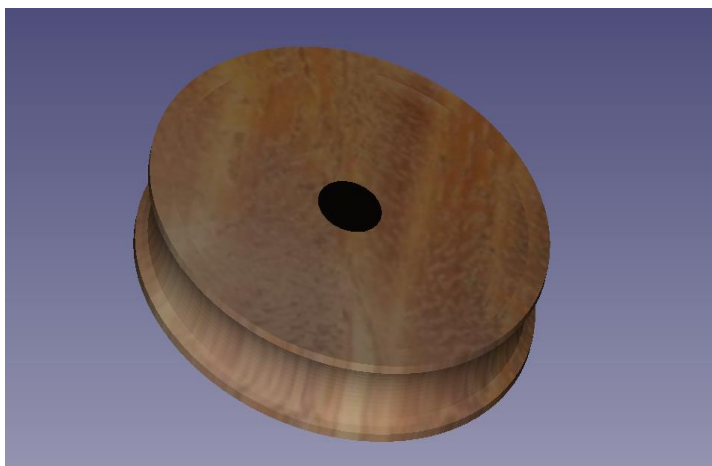


Figure 8 Réa d'une poulie avec application d'une texture bois de gaïac

Comme pour la caisse de la poulie, le réa a été texturé grâce à une photographie du veinage de bois de gaïac. Ce type de texturage est un atout en termes de médiation, il est également intéressant d'un point de vue historique car ces essences de bois ne sont pas communes de nos jours, en effet les ormes ont pratiquement disparus au cours du XXe siècle décimés par des maladies. Le bois de gaïac quant à lui a été victime d'une sur exploitation, ce qui rend cette espèce très rare.

C. Critiques et propositions d'amélioration

Pour réaliser une bonne reconstitution en 3D, il faut des sources. Pour le XVIIIe siècle, il subsiste relativement peu de sources pour faire une bonne reconstitution d'un atelier de poulie. En effet bien que le manuscrit de Deslongchamps expose de nombreux détails sur les outils et les poulies fabriquées et utilisées, il reste non exhaustif et des manques se font rapidement sentir notamment sur les machines présentes au sein de la poulie, le nombre de poulieurs, le ou les procédés de fabrication mis en œuvre, l'agencement de l'atelier.

Différentes sources peuvent être sollicitées pour résoudre ce manque, les sources archéologiques et les fonds de musées notamment celui de la Marine à Brest. Les sources exploitables sur la question des gestes technique pourraient être en direction de l'Hermione, en particulier par le poulieur du navire, Monsieur Jean Michel Dugeon ou par les ateliers qui produisent encore des poulies en bois peut-être les chantiers du Guip à Brest.

Pour le XIXe siècle des perspectives s'ouvrent, en effet il existe une littérature plus abondante, mais également des descriptions de machines-outils et même des plans ce celles-ci permettant une modélisation à terme plus juste.

Conclusion générale

La production des poulies au sein de l'arsenal de Brest au XVIIIe siècle est une activité importante, néanmoins fastidieuse, car l'ensemble des pièces qui compose la poulie est entièrement réalisé à l'aide d'outils manuels. Cette activité nécessite patience et rigueur, force physique, car les essences de bois travaillés sont denses (orme, gaïac) pour assurer la solidité de la poulie lors de son utilisation. Des machines sont déjà présentes au XVIIIe siècle, notamment le tour à bois qui permet la réalisation des réas des poulies.

Au XIXe siècle la mécanisation semble s'accélérer au sein de la poulisserie ce qui à mon sens traduit soit une volonté d'augmenter les rendements, soit d'améliorer les poulies. Le fait que des machines existaient au XVIIIe siècle et que des nouvelles viennent peupler l'atelier de poulisserie au XIXe siècle n'est pas sans conséquence sur l'activité des poulieurs. En effet ce n'est pas parce que l'on connaît une machine que l'on connaît toutes les machines et leur fonctionnement, ainsi, cela oblige à un temps d'adaptation et de formation qui à mon sens modifie le savoir-faire des poulieurs, mais ne le fait pas disparaître. C'est pourquoi de nouvelles questions se posent, dans quelles mesures le savoir-faire des poulieurs s'est modifié ? Les machines introduites sont-elles calquées sur les gestes réalisés par les poulieurs ou introduisent-elles des nouvelles façons de faire ? Y a-t-il une évolution dans le statut des poulieurs avec cette mécanisation ?

Selon Marie-Noëlle Chamoux, « Selon qu'on se place dans le cas de techniques à base d'outils ou de techniques à base de machines, on se trouvera devant l'une ou l'autre des relations suivantes :

1. Outils « simple » / Tâche individuelle « riche »
2. Machine « élaborée » / Tâche individuelle « appauvrie ».

En d'autres termes, les techniques non industrielles ne sont pas plus simples. Ce sont les outils qui le sont. Le travail individuel est au contraire plus élaboré : *la manière de se servir de l'outil est plus importante que l'outil lui-même.* »

Cela nous interroge sur les effets d'une mécanisation plus poussée au XIXe siècle sur le savoir-faire des poulieurs, de plus, selon Yves Barel, « Le

support du savoir-faire est humain et biologique. Mais quand le savoir-faire est analysable et décomposable jusqu'au bout, le savoir et le faire peuvent se déconnecter. Le savoir s'incorpore alors dans un rapport non humain : un livre, un traité, un programme, une fiche d'instructions, un croquis etc ». Avec la mécanisation qui s'accroît au XIX^e siècle et l'emploi de machines en grand nombre remplaçant des tâches qui au XVIII^e siècle était l'œuvre du poulieur par le maniement d'outils grâce à son savoir-faire incorporé, dans une dimension de production artisanale, on peut se demander comment la mécanisation impacte le savoir-faire, mais également si elle traduit le passage de la dimension artisanale à celle d'une industrialisation de la production des poulies.

Références

- Abiven, Marie-Morgane, Sylvain Laubé, Ronan Querrec, Serge Gallati, Matthieu Courgeon, Robert Vourch, et Jean-Pierre Roué. « Histoire des paysages portuaires et humanités numériques », s. d., 7.
- Adam, Jean-Pierre, et Pierre Varène. « La scie hydraulique de Villard de Honnecourt et sa place dans l'histoire des techniques ». *Bulletin Monumental* 143, n° 4 (1985): 317-32.
<https://doi.org/10.3406/bulmo.1985.2745>.
- Barel Yves, « *La ville avant la planification urbaine* », in Prendre la ville, Paris, Anthropos, 1977
- Baron, Bruno. « Élités, pouvoirs et vie municipale à Brest, 1750-1820 », s. d., 908.
- Bernardoni, Andrea, et Alexander Neuwahl. *Construire à la Renaissance: Les engins de chantier de Léonard de Vinci*. Presses universitaires François-Rabelais, 2018.
- Borgnis, Giuseppe Antonio. *Traité complet de mécanique appliquée aux arts, contenant l'exposition méthodique des théories et des expériences les plus utiles pour diriger le choix, l'invention, la construction et l'emploi de toutes les espèces de machines; par M. J.-A. Borgnis, ...: Mouvemens des fardeaux*. Bachelier, 1818.
- Bouillon, Didier, André Guillaume, Martine Mille, et Gersende Piernas. *Gestes techniques, techniques du geste*. Presses Univ. Septentrion, 2017.
- Bournonville, Aurélien. « De l'Intendance au Commissariat de la Marine (1765 – 1909) », s. d., 502.
- Castel, S. « Brest, étude de géographie urbaine (Suite) ». *Annales de Bretagne et des pays de l'Ouest* 41, n° 1 (1934): 7-72.
<https://doi.org/10.3406/abpo.1934.1713>.
- « Chapitre sur l'organisation des Ports et Arsenaux ». Consulté le 25 février 2019. http://vieillemarine.pagesperso-orange.fr/histoire/Port_et_arsenaux/Pages_finales/pageOrganigramme.htm.
- Chassériau, Frédéric. *Précis historique de la marine française: son organisation et ses lois*. Imprimerie Royale, 1845.
- Colladon, Jean-Daniel. *Souvenirs et mémoires: autobiographie*. Impr. Aubert-Schuchardt, 1893.

- Courtin, Eustache Marie Pierre Marc Antoine. *Encyclopédie moderne, ou dictionnaire abrégé des sciences, des lettres et des arts...* Bureau de l'Encyclopédie, 1824.
- Danielo, Julien. « Les ports d'Auray et de Vannes aux XVIIe et XVIIIe siècles: ville, architecture et identité portuaire sous l'Ancient Régime », s. d., 524.
- Des machines employées dans les constructions diverses.* Bachelier, 1818.
- Dictionnaire de marine contenant les termes de la navigation et de l'architecture navale avec les regles et proportions qui doivent y etre observees ... [Aubin Nicolas].* chez Pierre Brunel, marchand libraire, sur le Dam., 1702.
- Dictionnaire technologique ou nouveau dictionnaire universel des arts et métiers et de l'économie industrielle et commerciale.* A Paris :, 1835. <http://hdl.handle.net/2027/ucm.5324216502>.
- Dictionnaire technologique, ou nouveau dictionnaire universel des arts et métiers, et de l'économie industrielle et commerciale.* Thomine et Fortic, 1830.
- Dupin, Ch. « Mécanique appliquée. Mémoire descriptif de plusieurs machines, à l'usage de la marine, construites à Rochefort, d'après les projets de M. Hubert, officier du génie maritime », s. d., 15.
- Dupin, Ch, et De Prony. « Mécanique appliquée. Mémoire descriptif de plusieurs machines, à l'usage de la marine, construites à Rochefort, d'après les projets de M. Hubert, officier du génie maritime ». *Annales de mathématiques pures et appliquées* 7 (1817 1816): 69-82. http://www.numdam.org/item/?id=AMPA_1816-1817_7_69_0.
- « Encyclopédie de Diderot - CHARPENTIER ». Consulté le 8 octobre 2018. <http://xn--encyclopdie-ibb.eu/index.php/arts-metiers/1929514743-tabletier-cornetier/1135019709-CHARPENTIER>.
- 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. Panckoucke, 1786.
- Flaubert, Gustave (1821-1880). Par les champs et par les grèves ; Voyages et carnets de voyages. Gustave Flaubert. 1973.

- « Full text of “Bulletin de la Société Académique de Brest” ». Consulté le 29 avril 2019. http://www.archive.org/stream/bulletindela-soc54bresgoog/bulletindelasoc54bresgoog_djvu.txt.
- Grell, Chantal, et Robert Halleux. *Sciences, techniques, pouvoirs et sociétés du XVe siècle au XVIIIe siècle: Capes-Agrégation Histoire-Géographie*. Armand Colin, 2016.
- Henwood, Annie. « L’empereur Joseph II à la découverte de le marine et de la France de l’Ouest (juin 1777) ». *Annales de Bretagne et des pays de l’Ouest* 91, n° 4 (1984): 351-68. <https://doi.org/10.3406/abpo.1984.3170>.
- Héritier, Stéphane. « Le patrimoine comme chronogénèse. Réflexions sur l’espace et le temps ». *Annales de géographie* 689, n° 1 (2013): 3. <https://doi.org/10.3917/ag.689.0003>.
- « IntGekroondeYnblock.jpg (7020×2976) ». Consulté le 29 avril 2019. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/84/IntGekroondeYnblock.jpg?uselang=nl>.
- Jacquet-Pfau Christine, « Lexicographie et terminologie au détour du XIXe siècle : La Grande Encyclopédie », *Langages*, 2007/4 (n° 168), p. 24-38. DOI : 10.3917/lang.168.0024. URL : <https://www.cairn.info/revue-langages-2007-4-page-24.htm>
- JAL, Auguste. *Archéologie navale ... publiée par ordre des roi*. Arthus Bertrand, Éditeur, 1840.
- Joannic-Seta, Frédérique. « Chapitre XII. ... Aux forçats ». In *Le bagne de Brest : Naissance d’une institution carcérale au siècle des Lumières*, 251-72. Histoire. Rennes: Presses universitaires de Rennes, 2015. <http://books.openedition.org/pur/17270>.
- Le Gallo, Yves. « 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>.
- Lerat, Christian, et Bernard Gallinato. *Benjamin Franklin*. Presses Univ de Bordeaux, 1992.
- « Les artisans de L’HERMIONE : le poulieur - Patrimoine et inventaire de Nouvelle-Aquitaine - site de Poitiers ». Consulté le 30 novembre 2018. <https://inventaire.poitou-charentes.fr/operations/les-memoires-ouvrieres/118-decouvertes/689-les-artisans-de-l-hermione-le-poulieur>.
- « Les poulies ». Les épaves corsaires de la Natière. Consulté le 28 mars 2019. <http://archeologie.culture.fr/epaves-corsaires/fr/fr/poulies>.

- « Les poulies - L'Atelier d'Archimède ». Consulté le 20 novembre 2018. <http://atelierdarchimed.canalblog.com/archives/2008/03/02/8170578.html>.
- Levot, Prosper (1801-1878) Auteur du texte. *Histoire de la ville et du port de Brest. La ville et le port jusqu'en 1681 / par P. Levot...*, 1864. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9615519x>.
- Llinares, Sylviane. « L'apprentissage dans les arsenaux de la Marine au XVIIIe siècle ». *Techniques & Culture. Revue semestrielle d'anthropologie des techniques*, n° 45 (1 juin 2005). <https://doi.org/10.4000/tc.1446>.
- Llinares, Sylviane « Marine propulsion et technique: l'évolution du système technologique du navire de guerre français au XVIIIe siècle », s. d., 222.
- Loudcher Jean-François, « Limites et perspectives de la notion de Technique du Corps de Marcel Mauss dans le domaine du sport », *Staps*, 2011/1 (n°91), p. 9-27. DOI : 10.3917/sta.091.0009. URL : <https://www.cairn.info/revue-staps-2011-1-page-9.htm>
- Macquer, Philippe. *Dictionnaire raisonnée universel des arts et metiers, contenant l'histoire, la description, la police des fabriques & manufactures de France & des pays étrangers: ouvrage utile a tous les citoyens*. Didot, 1773.
- Marie Noëlle Chamoux. *La transmission des savoir-faire: un objet pour l'ethnologie des techniques?*. Techniques et culture, Éditions de la Maison des sciences de l'homme 1978, pp.46-83. ffhalshs-00374841f
- Mauss, Marcel, et Marcel Mauss. *Les techniques du corps. Classiques des sciences sociales*. Chicoutimi: J.-M. Tremblay, 2002. <https://doi.org/10.1522/cla.mam.tec>.
- Moigne, Jean-Louis Le. *La modélisation des systèmes complexes*. Dunod, 1990.
- « Nantaise de poulies ». Consulté le 29 mars 2019. <http://www.nantaise-de-poulies.com/fr/>.
- Nevejans, Pierre. « Sciences, techniques, pouvoirs et sociétés du XVIe siècle au XVIIIe siècle », s. d., 176.
- Peter, Jean. *Le port et l'arsenal de Brest sous Louis XIV*. Institut de stratégie comparée, 1998. « Plan de Brest pour servir aux projets [sic] de 1768 ». Gallica, 1768. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b8493552x>.

- Prony (baron.), Gaspard Clair F. M. Riche de, et François Pierre Charles Dupin (baron.). *Mémoire descriptif de plusieurs machines ... construites à Rochefort, d'après les projets de m. Hubert ... par m. Ch. Dupin. Rapport sur ce mémoire, fait à la classe des sciences physiques et mathématiques de l'institut*, 1816.
- Rabardel, Pierre. « Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains », s. d., 195.
- Sauzeau, Thierry. « Les filières d'apprentissage des gens de mer aux XVIIIe-XIXe siècles. L'exemple des marins des Classes de Marennes en Saintonge ». *Techniques & Culture. Revue semestrielle d'anthropologie des techniques*, n° 45 (1 juin 2005).
<https://doi.org/10.4000/tc.1393>.
- Sganzin, Joseph Mathieu. *Programme ou résumé des leçons d'un cours de constructions: avec des applications tirées spécialement de l'art de l'ingénieur des ponts et chaussées*. D. Avanzo, 1844.
- Société academique de Brest. *Bulletin de la Société Académique de Brest*, 1878. <http://archive.org/details/bulletindelasoc54bresgoog>.
- The Small Workshop. *Making a Block and Tackle Wooden Pulley System*. Consulté le 18 octobre 2018. <https://www.youtube.com/watch?v=IIP3tWm4WXs>.
- Travers, Serge (Euthyme-Serge) Auteur du texte. *Le statut du personnel ouvrier et le problème de la main-d'oeuvre dans les arsenaux de la marine française : thèse pour le doctorat / présentée... par Serge Travers...* ; Université de Paris, Faculté de droit, 1935. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9807023x>.
- Tupinier, Jean-Marguerite (1779-1850) Auteur du texte. *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. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6545354n>.
- Tupinier, Jean-Marguerite baron. *Rapport sur le matériel de la Marine: présenté à M. le vice-amiral de Rosamel*. Imprimerie royale, 1838.
- Vitrac, Bernard. « Mécanique et mathématiques à Alexandrie : le cas de Héron », 2003. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00175171>.
- Vocabulaire des termes de marine anglais et francais, en deux parties, dont la seconde presente un Dictionnaire de definitions, en francais, orne de gravures. Tome premier -troisieme: Contenant le commencement de la second partie*, 1797.

Wismes, Armel de. *La vie quotidienne dans les ports bretons aux XVIIe et XVIIIe siècles: Nantes, Brest, Saint-Malo, Lorient*. FeniXX, 1973.

Table des illustrations

Figure 1 Planche 73 Plan d'un appareil a itague double pour tirer un vaisseau de 624 a 720 tonneaux a terre p 224 _____ 4

Figure 2 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. _____ 6

Figure 3 Planche 87 Outils de Poullieurs et descriptifs p 251 – 252 __ 13

Figure 4 Planche 88 Outils de Poullieurs et descriptifs p 253 – 254 __ 14

Figure 5 Planche 83 Poulie de retour référence F p 244 _____ 16

Figure 6 “INT GEKROONDE YNBLOCK”, 1694, bois de hêtre, 52 x 133 x 12 cm, Rotterdam, Musée Rotterdam _____ 21

Figure 7 Schéma de l'organisation des ports militaires d'après l'ordonnance du 25 mars 1765 _____ 23

Figure 8 Caisse d'une poulie avec application d'une texture bois d'orme _____ 28

Figure 9 Réa d'une poulie avec application d'une texture bois de gaïac 29

Annexes

Annexe 1 : Définition

L'Encyclopédie, 1re éd. 1751 (Tome 13, p. 204-205).

POULIE, s. f. (*Méch.*) est une des cinq principales machines dont on traite dans la Statique. Elle consiste en une petite roue, qui est creusée dans sa circonférence, & 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. Voyez **PUISANCES**, **MECHANQUES**, **MACHINE**, **LEVIER**, **FORCES** **MOUVANTES** &c. 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 horizontale, 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 élever le poids, ne soit qu'égale au poids, cependant elle est appliquée d'une manière très-avantageuse, parce que la pesanteur du corps de la personne qui tire, aide & favorise le mouvement des bras.

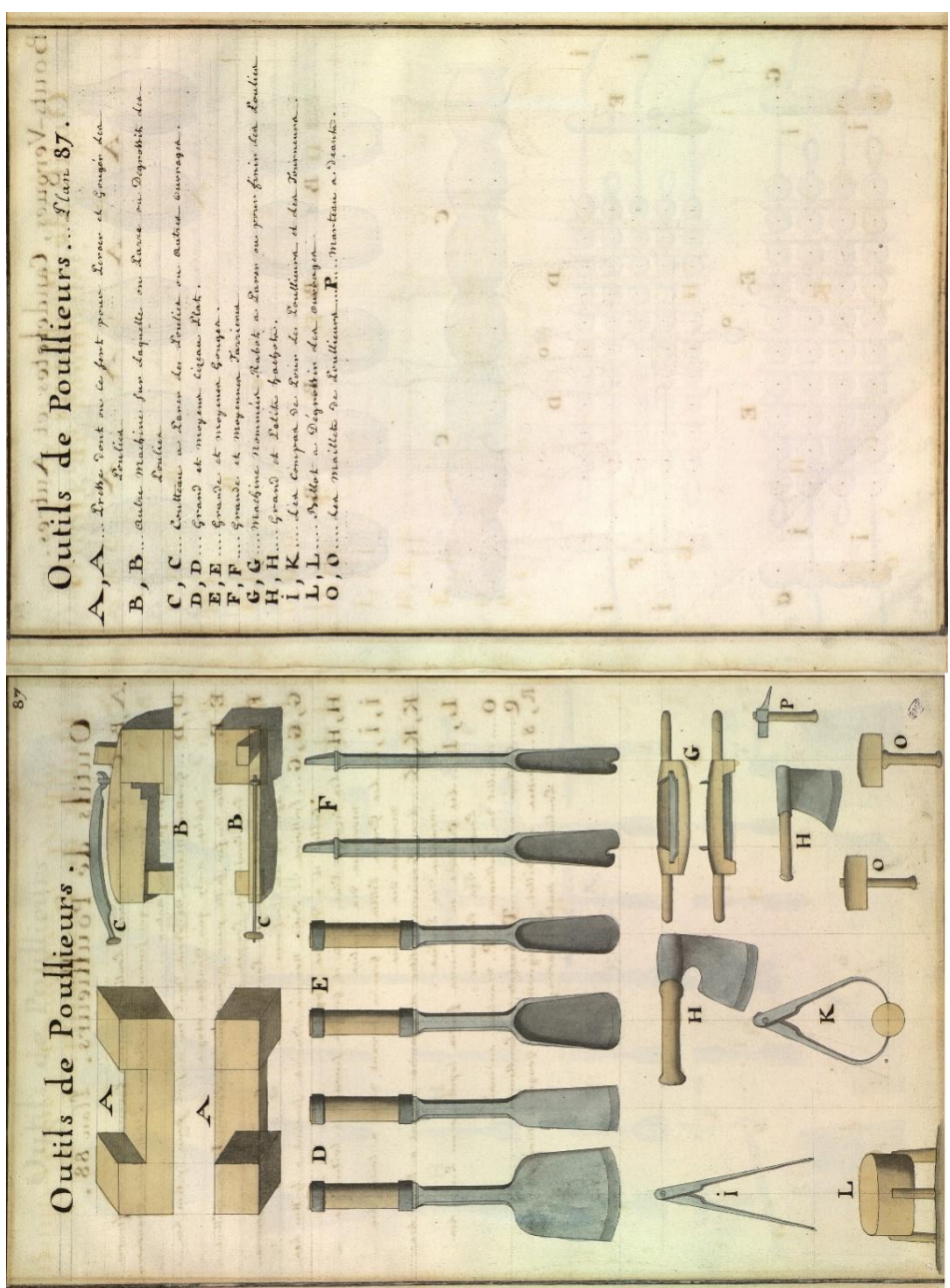
Lorsque les deux puissances P & 2 agissent suivant des directions parallèles, c'est-à-dire, lorsque la corde embrasse la moitié de la circonférence de la *poulie*, alors l'appui C est chargé par une force égale à la somme des deux puissances. Il n'en est pas de même lorsque les puissances P & 2 ne sont point parallèles, 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 manière 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 dernière 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 parallèles, alors M. Varignon considère le point de concours comme infiniment éloigné, ce qui ne fait que simplifier les démonstrations. Voyez [APPUI](#), [LEVIER](#), &c.

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 *polyspaston*, & 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.

Annexe 2 : Planche 87 Outils de Poullieurs et descriptifs



Annexe 3 : Planche 88 Outils de Poullieurs et descriptifs

Outils de Poullieurs

Outils de Poullieurs. Plan 88.

A, B, C... Loules Normées Loules longues garnies de leur fermeté a l'armure, qui servent pour l'armure a l'effort de l'armure de force ou autre.

D, D... Loules Normées Loules courtes garnies de leur fermeté a l'armure, qui servent pour l'armure a l'effort de l'armure de force ou autre.

E, E... Loules Normées Loules courtes garnies de leur fermeté a l'armure, qui servent pour l'armure a l'effort de l'armure de force ou autre.

F, F... Loules Normées Loules courtes garnies de leur fermeté a l'armure, qui servent pour l'armure a l'effort de l'armure de force ou autre.

G, G, G... Loules Normées Loules courtes garnies de leur fermeté a l'armure, qui servent pour l'armure a l'effort de l'armure de force ou autre.

H, H... Loules Normées Loules courtes garnies de leur fermeté a l'armure, qui servent pour l'armure a l'effort de l'armure de force ou autre.

i, i, i... Loules Normées Loules courtes garnies de leur fermeté a l'armure, qui servent pour l'armure a l'effort de l'armure de force ou autre.

K, K, K... Loules Normées Loules courtes garnies de leur fermeté a l'armure, qui servent pour l'armure a l'effort de l'armure de force ou autre.

L, L... Loules Normées Loules courtes garnies de leur fermeté a l'armure, qui servent pour l'armure a l'effort de l'armure de force ou autre.

O... Maillet de Loullieur... **P**... Marteau ordinaire.

Q... Loules Normées Loules courtes garnies de leur fermeté a l'armure, qui servent pour l'armure a l'effort de l'armure de force ou autre.

R, S... Loules Normées Loules courtes garnies de leur fermeté a l'armure, qui servent pour l'armure a l'effort de l'armure de force ou autre.

Annexe 4 : “INT GEKROONDE YNBLOCK”, 1694, bois de hêtre, 52 x 133 x 12 cm, Rotterdam, Musée Rotterdam

A distinguer comme outils et produits : de la partie haute à gauche vers la droite : Une petite pompe en bois, poulie à deux réas, pommes de racage, parties du sommet de mat (décoration), poulie simple, hune de grand mat, caps de mouton, racages, poulie violon, petites poulies diverses, poulie d'écoute de hunier et perroquet, racage, hune de mi-saine, petite pompe en bois, parties de sommet de mat (avec en dessous une manivelles et forets à cuillère), poulie double et un racage assemblé.



Annexe 5 : Texte original du dictionnaire technologique, ou nouveau dictionnaire universel des arts et métiers, et de l'économie industrielle et commerciale de 1830

POULIEUR, POULIERIE (*Arts mécaniques*). L'art de construire les poulies est pratiqué par des ouvriers qui en font le sujet spécial de leurs travaux. Le grand nombre de ces machines qui sont employées pour la manœuvre des vaisseaux et dans la plupart des ateliers, rend la profession des *poulieurs* très utile et fort lucrative, surtout dans les ports de mer. Nous exposerons les principaux procédés de cet art, et principalement ceux qui sont usités dans les *poulieries*, usines réservées à cette seule fabrication. Celles de deux ingénieurs français sont les plus remarquables; savoir : la *poulierie* de M. Hubert, établie à Rochefort, à Brest et en d'autres lieux, et celle de M. Brunel, à Portsmouth. Forcés de beaucoup limiter nos descriptions, nous donnerons à cette dernière une attention spéciale, parce que les artistes ont moins d'occasions de la connaître.

Lorsque le rouet d'une poulie doit être en fer ou en cuivre, on fait des moules en menuiserie avec le plus grand soin, et l'on dessine des épreuves qui mettent à même de donner toute la précision nécessaire aux pièces dans lesquelles on coule le rouet; on le travaille ensuite selon les règles de l'ajustage. On l'axe est fixé à la chape, alors cet axe traverse le rouet dans un trou cylindrique de même calibre, et la rotation se fait autour de cet axe; ou l'axe est un cylindre de métal qui fait corps avec le rouet et tourne sur des tourillons pratiqués dans la chape; c'est ainsi que les canons tournent sur leur affût. Comme le poids du rouet fatigue l'essieu sans aucun avantage pour la puissance, le frottement s'en accroît d'autant. Ainsi, outre que la dépense de construction est plus considérable, la force motrice se trouve diminuée, ce qui fait qu'on évite de se servir de poulies métalliques. Il est vrai que la machine a plus de durée; mais les rouets de gaïac sont si durs, qu'on leur donna la préférence sur ceux de fer et de cuivre. Quand on veut se servir de rouets métalliques, on les rend plus légers en les évitant entre l'axe et la circonférence, soit en n'y laissant qu'une mince cloison, soit en perçant le rouet à jour et soutenant la gorge par des rais, comme des roues de voitures.

Les chapes de poulies se font quelquefois en métal, mais dans la marine les *mouffes* sont toujours en bois d'orme et le rouet en gaïac. C'est à ce genre de fabrication que nous devons donner une attention particulière.

Le rouet est exécuté au moyen de la scie et du tour. On débite le bois en rondelles d'épaisseur convenable et grossièrement circulaires. On les rend cylindriques sur le tour, en y ménageant une gorge dont la profondeur répond au rayon de la corde qui doit l'envelopper; on perce ensuite au centre un trou cylindrique perpendiculaire aux bases planes, pour recevoir l'axe. Ce trou est garni d'une virole ou anneau de cuivre dont l'ouverture circulaire a presque exactement le même diamètre que l'essieu.

Au lieu d'une virole, on préfère boucher le trou par un dé en cuivre ajusté avec une grande précision dans une entaille convenablement préparée pour le recevoir; on le boulonne ensuite avec soin. Le dé est carré, ou triangulaire, ou en treille à trois branches circulaires, pour qu'il ne puisse pas tourner dans sa mortaise.

Mais la caisse dans laquelle les poulies mouffées tournent est la partie la plus difficile à travailler. Après avoir débité l'arbre avec la scie, en tronçons ayant l'épaisseur voulue, ce tronçon a la forme d'un parallélépipède à quatre faces rectangulaires, et il faut y creuser les mortaises et les trous pour loger les roues et leur axe. C'est un travail lent et difficile quand on le fait à la main, avec la tarière, le maillet et le ciseau. On trouve plus commode d'y percer vers un des bouts de la mortaise un trou cylindrique dans le sens que doit avoir la mortaise et ayant pour diamètre la largeur de celle-ci; on introduit dans ce trou une petite lame de scie très mince, dont on se sert pour détacher le bois à droite et à gauche et ouvrir la mortaise à jour selon deux plans parallèles aux faces de la caisse. Nous dirons bientôt qu'on fait aussi ce travail avec une machine en imprimant un mouvement de va-et-vient à un ciseau, par un mouvement continu.

Annexe 6 : La plus ancienne représentation connue d'une poulie sur un bas-relief assyrien daté de 870 avant notre ère

