Pour une histoire de la méthode de Renau d'Élissagaray

Jean-Jacques Brioist et Hélène Vérin

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/dht/681>

DOI : 10.4000/dht.681

ISSN : 1775-4194

Éditeur :

Centre d'histoire des techniques et de l'environnement du Cnam (CDHTE-Cnam), Société des élèves du CDHTE-Cnam

Édition imprimée

Date de publication : 1 décembre 2008

Pagination : 112-142

ISBN : 978-2-95-30779-2-6

ISSN : 0417-8726

Référence électronique

Jean-Jacques Brioist et Hélène Vérin, « Pour une histoire de la méthode de Renau d'Élissagaray », *Documents pour l'histoire des techniques* [En ligne], 16 | 2^e semestre 2008, mis en ligne le 04 octobre 2010, consulté le 08 septembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/dht/681> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/dht.681>

Pour une histoire de la méthode de Renau d'Élissagaray

Jean-Jacques Brioist
Service de la Navigation du Nord
Hélène Vérin
CNRS Centre A. Koyré

Le mémoire inédit dont nous proposons ici l'édition critique est le premier écrit de Bernard Renau d'Élissagaray qui nous soit parvenu. Nous disposons de deux manuscrits : l'un, d'une écriture du XVII^e siècle, se trouve aux Archives nationales¹, il porte en marge : « par le Petit Renau d'Élissagaray » ; l'autre est à la Bibliothèque nationale de France². Ce dernier est une copie plus récente, faite pour ou par Augustin Jal, probablement en vue de son ouvrage sur l'archéologie navale. À la suite de cette copie, Jal note : « ce mémoire pourrait bien être du Ch. Renau » et au-dessous, « il est assurément de lui. Sa machine à tracer les ellipses. Voir 5 janvier 1681 ». On trouve plus loin, dans le même manuscrit, p. 268, la copie d'une dépêche envoyée à cette date par Colbert à Langeron, alors inspecteur des constructions navales qui indique que Langeron s'applique aux constructions navales qui se font à Brest et précise « comme S.M. enverra dans peu le Sr Renau en ce port pour mettre en pratique l'instrument dont il se sert pour marquer la coupe des façons d'un vaisseau, il sera bon que vous soyez sur les lieux pour reconnoître l'utilité que le service de S.M. en pourra recevoir ».

En effet, comme nous allons le voir, de nombreuses références dans les archives de la marine rendent compte de la mise en œuvre de la méthode de Renau pour la conduite des façons – celle des formes à donner à la carène – dans la construction de plusieurs vaisseaux. Cette méthode qui est exposée dans le mémoire implique le recours à un instrument de tracé

d'ellipses. Si l'identification du manuscrit ne fait pas problème, en revanche il n'est pas daté et il faut donc procéder par recoupements pour déterminer la période pendant laquelle il a pu être écrit.

La première information dont nous disposons se trouve dans le texte lui-même. En effet, au début de son mémoire Renau annonce qu'il va y reproduire une « démonstration » qu'il fit sur la demande de Desclouzeaux, intendant de l'arsenal de Brest. A une question que le roi aurait faite à Anthony Deane : « pourquoy un vaisseau va pour ainsy dire contre le vent », Renau se fit fort de répondre en démontrant, non seulement qu'on peut en rendre raison, « mais encore déterminer l'endroit où le vaisseau doit aller par toutes ses voiles, certaines choses estant suposées ». Cette dernière incise signale le caractère spéculatif de la démonstration. Toujours d'après Renau, Desclouzeaux aurait demandé à Renau de faire cette démonstration au cours d'une discussion avec Deane, qui était venu à Versailles pour y présenter les yacks que Louis XIV lui avait commandés. Cet épisode se situe pendant la dernière semaine d'août ou au début de septembre 1675. Bien entendu, dans cette présentation que fait Renau de sa démonstration, il faut faire la part de la rhétorique : présenter la théorie de « la manœuvre à la mer » à laquelle il prétend, comme une réponse à une question du roi, transmise par Deane, en accroît d'emblée l'intérêt et la valeur.

Dans le mémoire que nous présentons, cette démonstration correspond à une première partie comprenant les folios 5 à 10 ; la deuxième partie, comprenant les folios 10 (verso) à 17 est consacrée à la méthode de tracé des gabarits avec la « machine » proposée par Renau. Cette deuxième partie est déri-

1 Archives nationales [ensuite AN] : Mar D1 10, f° 5-17.

2 Bibliothèque nationale de France [ensuite BnF] : n.a.f. ms 9481, pp. 229-238.

vée de la précédente par la « démonstration » que la carène doit être formée de courbes et que la meilleure des courbes régulières pour la décrire est l'ellipse. D'où la mise en œuvre d'un ellipsographe. Pour savoir quand cette dernière partie du mémoire fut écrite, notre seule certitude est que la méthode de Renau était assez connue en mai 1680, pour que Seignelay demande à Tourville d'en faire l'essai à Rochefort³. On peut néanmoins penser que Renau la conçut à la suite du grand projet de 1678, où Colbert et Seignelay avaient relancé l'idée d'un règlement pour la construction des vaisseaux, idée déjà présente dans certaines mesures prises par Colbert dès 1670 et surtout en 1673.

Pour comprendre le déroulement de ce qui s'ensuivit, il faut distinguer les deux parties du mémoire. Lorsque Seignelay décida de faire faire l'essai de cette machine dans les arsenaux, son projet se limitait à obtenir la même méthode de tracé pour tous les vaisseaux construits, en conservant les proportions et les formes propres aux maîtres-charpentiers. Il ne s'agissait nullement de prendre le risque d'appliquer les élaborations théoriques de la première partie du mémoire, pour en décider. C'est bien ce qui ressort de la question qu'il pose aux académiciens dont la première réponse est la suivante : « Le samedi 3^e de May 1681 la Compagnie étant assemblée [...] Mr. Blondel a rendu compte à la Compagnie de la commission qui luy avoit été donnée, et à M. Mariotte par Mgr le Marquis de Seignelay d'examiner l'invention de Mr. Renault pour une nouvelle construction de vaisseaux, qui se fait avec plus de facilité et toujours d'une même manière, laquelle invention a esté approuvée de la Compagnie »⁴.

Mais encore, si l'on suit l'histoire de la mise en œuvre de la méthode de Renau, on s'aperçoit qu'après avoir, dans les années 1680, travaillé dans les ports à apprendre aux charpentiers l'usage de sa machine pour conduire les façons selon les formes qui leur étaient habituelles, il obtint, dans les années 1690-1692, de faire construire des vaisseaux selon ses propres mesures et non plus en se bornant à suivre celles des charpentiers. On assiste donc à une inversion chronologique de l'ordre logique du mémoire. Quelles sont les raisons de cette inversion ? Plusieurs hypothèses sont possibles, qu'il nous semble utile d'examiner pour comprendre ce qui est à l'œuvre dans cette ex-

périence. En effet, si l'on se borne à dire à la suite de Pierre Bouguer qu'elle fut un échec, on élimine tout moyen d'en saisir les attendus et les enjeux. D'où une question préalable qui nous semble s'imposer : pour quelles raisons ce mémoire n'a-t-il fait l'objet ni d'une étude particulière, ni d'une publication des historiens ?

Pour le comprendre, donnons à grands traits quelques repères. Pour les historiens des sciences, les outils théoriques d'une véritable *scientia navalis* ne sont pas encore disponibles, et encore moins ceux qui auraient pu s'appliquer dans une architecture navale. En quelque sorte, la science dont dispose Renau témoigne d'une grande naïveté de sorte qu'elle ne mérite pas une attention particulière. En outre, son intervention se borna, dit Pierre Bouguer, à la régularisation géométrique des tracés de charpentiers. Notons que des travaux récents se dégagent de ces points de vue pour aborder des travaux contemporains de ceux de Renau, qui connurent le même échec d'application d'une théorie du navire, comme ceux du père Paul Hoste⁵.

Pour comprendre le désintérêt des historiens de la marine, il convient de noter que l'essor de l'histoire de la construction navale est relativement récent. Depuis quelques décennies de nombreux travaux ont très largement renouvelé nos connaissances. Et ceci d'autant mieux que l'on bénéficie des rencontres internationales mais aussi de la confrontation de différentes approches. Sans entrer trop avant dans la question on peut simplement remarquer un renouvellement des sources utilisées. Elles sont de trois ordres : l'écrit, la figuration graphique et le vestige archéologique.

Les sources écrites ont longtemps été privilégiées. Les travaux sur la marine royale se partageant entre ceux qui concernaient l'histoire militaire et politique des guerres navales, et l'histoire administrative. Si la construction navale a peu de part dans la première, vouée à des aspects plus nobles voire marquée d'un certain goût patriotique pour les actions militaires et les officiers d'épée, la seconde entre dans la question controversée de la centralisation et du souci de contrôle étatique de Colbert puis de Seignelay. Dans les deux cas on a longtemps signalé tout à la fois le manque d'intérêt des souverains français pour la puissance maritime avec leur obsession continentale et la lourdeur bureaucratique du secrétariat d'État à la mer. Les aspects plus proprement gestionnaires de ce service ont été étudiés dans des travaux sensibles aux aspects économiques et sociaux de cette énor-

3 « Je n'ay pas manqué de faire examiner aux Mes charpentiers la machine du Sr Renault et luy ay donné des proportions qu'il m'a demandé pour construire le petit navire que nous faisons presentement. » Rochefort, le 26 mai 1680, AN : Mar B3 33 f° 412.

4 Procès-verbal du 3 mai 1681, f° 99.

5 Cf. par exemple Larrie Ferreiro, *Ship and science : the birth of naval architecture in the scientific revolution*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 2006.

me organisation industrielle. Il faut sans doute faire une place à part aux travaux précoces d'Augustin Jal auquel nous devons, outre un dictionnaire de la marine qui a irrigué les dictionnaires suivants sur les termes de marine, une étude historique qui est aussi un de nos grands classiques. Or comme le prouve le manuscrit de la Bibliothèque nationale de France, Jal s'était intéressé de près au mémoire de Renau.

L'étude systématique des sources graphiques est plus récente. Les travaux bien connus de Jean Boudriot d'édition et d'examen des plans et devis de différents vaisseaux⁶ ont suscité l'intérêt des modélistes mais ont également sollicité un renouvellement de l'étude des sources écrites dont Jean Meyer signalait, dans les années 1980, les récentes avancées mais aussi les insuffisances⁷. Ce travail magistral constitue aujourd'hui pour les chercheurs un ensemble de données factuelles inestimable. Certaines assertions concernant les vaisseaux du roi sous le règne de Louis XIV – comme durant le XVIII^e siècle – peuvent à présent donner lieu à de véritables vérifications.

On peut dire la même chose des travaux de l'archéologie navale moderne qui se sont développés en France depuis les années 1980. Les relevés d'épaves modernes mais aussi la confrontation des données de l'archéologie avec les résultats d'autres méthodes d'investigation ont eu des effets comparables. Ainsi, les conclusions de Jean Boudriot et celles de Michel l'Hour et Elisabeth Veyrat sur les vaisseaux du XVII^e siècle⁸, appuyées sur leurs sources respectives, se recoupent et se confortent pour apporter la preuve que la normalisation voulue par Colbert et Seignelay n'aboutit pas. Mais la multiplication et la diversification des sources ont aussi favorisé un retour aux archives écrites porté par d'autres grilles de lecture. À cet égard, le travail d'Éric Rieth est exemplaire⁹ et de nombreux écrits manuscrits sur la construction navale sont aujourd'hui étudiés de près, et édités¹⁰. Autrement dit, on est capable à présent de compren-

dre ce qu'étaient les méthodes des charpentiers de vaisseaux et les subtilités de leur outillage de calcul et de tracé. Du coup, on est mieux armé pour examiner la tentative de Renau et en particulier la priorité qui fut accordée, parmi ses propositions, à la simple uniformisation des tracés à l'aide de sa machine.

Si l'on essaye de situer cette tentative dans l'histoire des techniques constructives, il faut faire une première remarque. En tant que méthode qui promeut un art du tracé géométrisé des carènes – la conduite des façons – elle s'inscrit dans un mouvement de rationalisation des pratiques beaucoup plus large, c'est-à-dire qui touche toutes sortes de métiers et d'activités techniques qui ont en commun de s'enseigner et de prétendre tenir leur efficacité technique du recours à la géométrie, aux mécaniques, au calcul et même à la physique. À cet égard, son double aspect : se fonder sur une approche à caractère théorique et la rendre applicable par l'usage d'un instrument mathématique, situe ce mémoire parmi les travaux des mécaniciens et ingénieurs qui se développent surtout depuis le second XVI^e siècle et ont toute leur place dans l'essor technique de l'époque moderne. À la guerre (fortification, attaque et défense des places, artillerie, mines...), dans l'architecture civile ou dans la conception-construction d'instruments mathématiques et de machines, ces méthodes sont acquises et institutionnalisées. On peut ainsi remarquer que lorsque des oppositions, voir des conflits se font jour entre ingénieurs, officiers d'artillerie, architectes ou mécaniciens, c'est au nom des mêmes attendus technologiques¹¹. Ce qui n'est pas le cas dans la construction navale et c'est bien le constat qui ouvre le mémoire de Renau et justifie sa proposition : introduire dans une même rationalité mécanique, la navigation et la construction des vaisseaux. Il est possible de concevoir abstraitement une fortification comme un système obéissant aux principes de la mécanique, de développer à partir de là les maximes et règles qui justifient les choix techniques retenus, et enfin de soumettre au préalable à la Cour, les plans et profils et le devis de construction. Dans la construction navale, on ne dispose pas d'une hydrostatique et *a fortiori* de l'hydrodynamique indispensable à une telle conceptualisation, pas davantage à la justification théorique des choix constructifs. Déterminer le rapport entre les qualités et défauts de navigation d'un bâtiment et sa méthode de construction demeure affaire toute empirique de comparaisons mal étayées, tant sont nombreuses et hétéroclites les variables qui marquent

⁶ Voir les volumes de la collection Archéologie navale française, sous la direction de Jean Boudriot et Hubert Berti, aux éditions Ancre.

⁷ En particulier dans Martine Acerra, José Merino, Jean Meyer éd., *Les marines de guerre européennes XVI^e-XVIII^e siècles*, Paris, Presses de l'Université Paris-Sorbonne, 1985.

⁸ Il s'agit des fouilles archéologiques des épaves de La Hougue (1692).

⁹ À commencer par *Le maître-gabarit la tablette et le trébuchet. essai sur la conception non-graphique des carènes du Moyen Age au XX^e siècle*, Paris, Comité des travaux historiques et scientifiques, 1996.

¹⁰ On les trouve dans la Collection archéologie navale française précitée.

¹¹ On peut aussi remarquer que les fondements théoriques y sont souvent assez élémentaires.

les différentes constructions réalisées, et difficile à cerner des constantes mesurables. Enfin, les méthodes utilisées ne sauraient faire de l'établissement des plans et profils un préalable déterminant la suite des opérations. L'ambition de cette méthode de tracé, est de supplanter celles, diverses, qui sont utilisées dans les ports par les maîtres-charpentiers. Pour ces derniers, il s'agit bien d'une innovation au sens que ce mot avait à l'époque, c'est-à-dire d'une invention qui met en cause leur statut dans l'organisation des chantiers, et en particulier la mainmise que leur confère alors des compétences techniques qu'ils sont seuls à exercer et qui se transmettent exclusivement à l'intérieur de la lignée familiale. Enseignée à tous dans les écoles de construction, la méthode de Renau devait permettre l'établissement de plans et profils soumis à l'autorité du roi. Si l'on retient ces trois points : conceptualisation, justification des choix techniques, uniformisation mécanique des tracés, pour comprendre l'histoire de la tentative et de l'échec de la méthode de Renau, on s'aperçoit de l'inversion que nous avons indiquée plus haut dans le déroulement de cette expérience, soit : obtenir une uniformisation des tracés, afin d'atteindre une meilleure justification empirique des choix constructifs et déterminer ainsi les modèles retenus qui pourront donner lieu à une anticipation mieux contrôlée du rapport entre construction et qualités nautiques et des coûts de production. Soit évaluation technique et estimation monétaire.

Dès lors, l'injonction qui fut faite à Renau de ne procéder, au moins dans un premier temps, qu'à une régularisation instrumentée des façons des charpentiers manifeste un sens pratique éclairé de la part de Colbert puis de Seignelay. En quelque sorte, c'était rendre opératoire une évaluation empirique – la seule à laquelle on pouvait prétendre.

Pourtant, Colbert puis Seignelay déclarent leur volonté de mettre en place une « théorie de la construction des vaisseaux », qui a été assimilée à la tentative de Renau dans la première partie de son mémoire. Mais il nous faut aller plus avant et se poser la question de savoir ce que le roi, les Colbert, peuvent entendre par là. Quel est, dans leurs dépêches, leurs enquêtes, leurs ordonnances, le statut de cette catégorie : « théorie » ? Comment s'accorde-t-elle avec ce que signifie théorie à cette époque ?

Si l'on consulte les dictionnaires de l'Académie et le Richelet, on trouve deux définitions différentes : la première, consiste à définir une « théorie », comme étant strictement de l'ordre de la « contemplation », et la définition se précise par l'exclusion de toute visée pratique. L'autre définition est tout aussi intéressante, mais différente, puisque ce qui définit la théorie est

qu'elle n'est fondée que sur le raisonnement, et exclut le recours à l'expérience sensible. C'est donc soit par rapport à l'usage des données de la théorie (la contemplation et non la pratique), soit par rapport aux sources de la connaissance qu'elle offre (la raison et non les expériences empiriques), que la théorie est définie.

Comment Colbert et Seignelay peuvent-ils prétendre à une « théorie » de la construction des vaisseaux, pour un type de connaissance qui présente à la fois les deux caractéristiques qui excluent a priori que l'on parle de « théorie » : la visée pratique – obtenir de meilleurs vaisseaux, et l'origine empirique – il n'est question que de prendre appui sur la confrontation des comportements de navires, fruit de la compétences des meilleurs maîtres.

Néanmoins on peut remarquer que les Colbert attendent de cette « théorie » qu'elle donne l'assurance que l'on obtiendra des vaisseaux qui auront les qualités nautiques prévues au moment de leur commande, autrement dit, qu'elle assure un résultat certain et ceci parce qu'elle constitue un savoir valable et utilisable toujours et partout – « une fois pour toutes » est le leitmotiv des correspondances sur le sujet. Ce sont donc bien deux caractéristiques de ce qu'est une théorie : la certitude et l'universalité qui sont visées.

On peut donc considérer qu'il y a bien une ambition à prétention « théorique » : atteindre l'universel et le certain, mais avec des moyens qui sont tous techniques : arts du charpentier, colloque dans des conseils, donc discussion et confrontation d'opinions, devant des modèles sensibles. Ce qui correspond davantage à une standardisation des modèles selon un règlement, donc des dispositions administratives. La prise de décision relève de l'opinion avertie et du partage, de l'échange de compétences fondées empiriquement. Dès lors la méthode de tracé Renau mérite qu'on en fasse l'essai.

La méthode de Renau fut diversement appréciée à son époque et jusqu'au XIX^e siècle. Plus récemment des historiens ont mis en doute l'intérêt de sa démarche en s'appuyant sur les échecs pratiques de sa mise en œuvre. Ainsi Jean Boudriot, dans la première partie de son livre consacré au *Vaisseau trois-ponts du chevalier de Tourville, Mélanges sur l'Architecture navale française au XVII^e siècle*, consacre un chapitre à « la vaine recherche d'une théorie de la conception des vaisseaux » dans laquelle il juge fort sévèrement la tentative de Renau (toutes ses appréciations sont négatives), jusqu'à en nier les mises en œuvre, l'accueil qu'elle reçut ou certaines réussites pratiques. Sans doute la contribution de Jean Boudriot à la connaissance des vaisseaux construits pendant et après l'es-

sai de Renau lui permet de prouver qu'elle n'aboutit pas à ses fins. Nous espérons néanmoins montrer que cet épisode complexe de l'histoire de la construction navale conserve tout son intérêt.

La présente édition critique du mémoire de Renau sur la conduite des façons, outre les notes qui devraient en éclairer la lecture par une mise en perspective dans son contexte historique, comprend un premier article, « L'ingénierie cartésienne de Renau d'Élissagaray », qui s'attache à étudier le manuscrit

en dégagant ses emprunts théoriques, et en examinant du point de vue de la cohérence interne de son propos, les postulats qu'il soutient, les formes de démonstration qu'il met en œuvre, voire, ce qui en fait un essai scientifique de contrôle et de production d'une technique constructive jusqu'alors et pour longtemps encore, essentiellement empirique. Un second article est consacré à l'exploration chronologique de la mise en œuvre de la méthode promue par Renau, dans les arsenaux de la marine royale.

Nota bene

Pour cette publication du mémoire de Renau, nous avons utilisé le manuscrit des archives nationales, la copie manuscrite de la Bibliothèque nationale de France étant souvent fautive. Notre transcription, aussi fidèle que possible, a exigé quelques modifications dans la présentation, qui tiennent à des questions de mise en page et de lisibilité. Elles concernent l'introduction de quelques alinéas et la disposition des opérations. Notre objectif a été de permettre au lecteur de refaire lui-même les opérations selon leur ordre de succession initial. Tous les signes ont été respectés, comme l'orthographe des mots et la ponctuation. Nous nous sommes permis d'ajouter un accent pour « à », « où », « là » et « dès », toujours absents dans les manuscrits de l'époque, et ceci en vertu du même souci de lisibilité.

Remerciements

Nous tenons tout particulièrement à associer à cette publication les noms du Dr Larrie D. Ferreiro et de Gérard Louyot, qui ont participé aux commencements de nos travaux, dont nous avons dû, ultérieurement, réduire les ambitions. Qu'ils soient remerciés ici pour tout ce que nos discussions, souvent passionnées, ont apporté à l'achèvement de ce projet.

Renau d'Élissagaray

#676

1101 23

Constitution de la bourgeoisie dans lequel il y a une méthode pour en
conduire la façon + 05

+ Car à tout le monde
B. L. L. L. L. L.

05

J'indiquay la doctrine, l'autre de nos deux méthodes à autres choses qu'à
 leur pratique, gradive, et l'autre, pour n'en avoir pas de aucun
 principe qui leur pût nuire; Il y a cependant quelque paradoxe
 qui croit de savoir toute l'étendue de la géométrie, par ce qu'il
 de savoir tout quelque par un seul, faire quelque division de
 lignes, en fin de donner quelque problème de géométrie pratique
 par l'usage du compas et de la règle, s'imaginer de savoir autant
 qu'il se peut sur cette partie de la construction, tout ce qu'on peut
 dire la doctrine en général, car qu'il est nécessaire de beaucoup de
 géométrie particulièrement de la mécanique et de beaucoup de
 pratique pour parvenir à quelque chose de méthodique et de
 certain; pour faire tout cela avec quelque sorte d'assurance, je
 n'y qu'à expliquer une question, que M. l'Excellence m'a dit que
 le Roy avoit fait à Versailles, allant à voir les actions qu'il
 amena d'Angleterre pour la c. H. à voir; pourquoy on vaudroit
 de pour avoir dire, contre le vent, car adieu d'un vent de nord
 alise nord ou à l'ouest nord ouest, et sur ce que j'eus dit et à
 M. l'Excellence, qu'on pourroit non seulement rendre raison de
 cela, mais encore déterminer l'endroit où le vaisseau doit aller
 par toutes ses voiles, certaines choses étant supposées, je
 m'oblige à en faire une démonstration, que je mettray je
 par ce qu'au dictionnaire, elle m'a servi à établir la méthode que
 je prétends donner par ce mémoire pour conduire les vaisseaux
 de tous les ports par beaucoup de raisons de construction qui
 y sont en faveur; Mais comme j'ai besoin pour cela de
 quelques propositions du mouvement local, je commenceray
 par les expliquer pour servir de suite à l'ouvrage;

On appelle détermination, ce qui est fait qu'on ne sçait qu'il vient,

de plusieurs d'un côté que d'un autre, ainsi la disposition que
 cette chose a de mouvement vers quelque point, ou d'un autre
 détermination; Il faut seulement distinguer la détermination
 d'un des mouvements, puis que l'un peut être augmenté d'un
 qu'il autre s'augmente, comme par exemple suppose qu'il y ait A .
 de même sur la ligne $A.B.$ qui est perpendiculaire à la ligne
 $B.C.$ et que cette bale passe parcoure la distance $A.B.$ en une minute,
 on voit qu'il y a détermination de cette bale, vers la ligne $B.D.$ si on
 de la quantité $A.B.$ en une minute, qui est égale à son mouvement,
 mais si au lieu de se mouvoir sur la ligne $A.B.$ elle se meut sur
 $A.C.$ et qu'elle la parcourre aussi en une minute, alors sa
 détermination, vers la même ligne $B.D.$ sera toujours de la
 même quantité $A.B.$ en une minute, et son mouvement sera
 de la quantité $A.C.$ qui est plus grande que son premier
 mouvement $A.B.$ et enfin si la bale $A.$ se meut sur la ligne
 $A.D.$ au lieu de se mouvoir sur $A.B.$ ou sur $A.C.$ et qu'elle la
 parcourre en une minute, il est encore clair que sa détermination
 vers la ligne $B.D.$ sera encore égale à la même quantité
 $A.B.$ et son mouvement à celle d' $A.C.$ qui est plus grande
 qu' $A.B.$ et qu' $A.C.$ le que par conséquent, sa détermination
 dans ces trois mouvements a été toujours la même, quoique
 les mouvements ayent été différents

On peut aussi distinguer deux déterminations à la fois, dans
 un corps qui se meut, et l'une peut s'augmenter quoique l'autre
 soit la même, pour concevoir cela distinctement, soit $A.B.$
 latitude, et $A.B.$ longitude, et qu'il y ait la ligne $A.B.C.D.$
 son rectangle, et soit conceu qu'il y ait la bale $A.$ de même sur la
 ligne $A.C.$ et qu'elle la parcourre en une minute, il est constant
 qu'il y a qu'elle sera parvenue au point $C.$ elle se sera meue

en latitude, ou en longitude, et que par conséquent elle aura
 au une détermination en latitude, et une en longitude, sçavoir
 celle de latitude de la quantité AD . et celle de longitude.
 AB . mais supposant qu'on la veuille faire, mouvoir une
 seconde fois sur la ligne AC . en lui donnant la même
 vitesse de mouvement que la première fois, et qui lui est au
 beaucoup plus difficile à faire en latitude, qu'il faille une
 fois plus de temps à faire la même de ce côté là qu'à l'autre
 sans que pour cela, il soit plus difficile en longitude que
 la première fois; il est encore constant qu'il lui faudra
 la ligne AC . elle parcourra la ligne A . F . en une minute,
 supposant qu'on la ligne E . F . coupe A . D . et B . C . en deux
 parties égales; parce qu'elle n'aura qu'à faire en latitude en
 une minute, que la moitié de la première fois, c'est à dire
 AE . et qu'en longitude elle aura fait autant que la première
 fois, c'est à dire AB . et il n'y a que le point F . qui soit éloigné
 de celui d' A . de la quantité d' AE . en latitude, et de celle d' AB
 en longitude, donc elle déterminera la au bout d'une minute, et
 aura parcouru A . F .

Il ne reste plus pour ce que j'ay besoin, que de faire voir
 en quelle proportion de forces, les corps qui sont dans
 l'air, ou dans d'autres corps qui sont en repos, et en quelle
 proportion ils se meuvent de leurs mouvements à des corps
 qui sont en repos, ou dans l'air, ou dans d'autres corps
 qui sont en mouvement, et de montrer, et de démontrer la
 différence de leur mouvement, et de leur mouvement.
 de leur mouvement dans les cas où ils se rencontrent.

Et pour cela il n'y a qu'à considérer qu'un corps ne reçoit
 d'impulsion par un autre, qu'autant qu'il est opposé à quelque
 détermination de son mouvement, et à proportion de la vitesse,

avec laquelle celui qui se meu, rencontre l'autre, cela est au
 un boulet qui se trou rencontre deux muailles l'une a part
 l'autre, la force avec laquelle il se rencontre doit, se voir
 en même raison avec elle que la détermination d'un des
 deux muailles, car soit le boulet de Canon A. au lieu de
 la balle que j'ai dite dans la dernière proposition, et qu'il
 se meue avec grande impetuosité, sur la ligne A C. il
 rencontrera B. C. et D. C. que je suppose opposés d'un
 muailles, et comme B. C. n'est opposé qu'à la détermination
 de longueur elle ne reçoit d'impulsion que par elle et en
 longueur, c'est à dire que si c'est un corps qui de main
 par rencontre de ce boulet, ce ne doit qu'en longueur, par
 conséquent sur une ligne qui lui soit perpendiculaire, de
 même D. C. n'est au contraire opposée qu'à la détermination,
 en latitude et ne reçoit non plus d'impulsion que par cette
 détermination sur une ligne qui lui soit perpendiculaire, c'est
 à dire en latitude mais si la détermination en longueur est
 plus grande que celle en latitude, la muaille B. C.
 sera opposée à un plus grand mouvement que D. C.
 par conséquent le boulet emploiera plus de force contre B. C.
 que contre D. C. en même proportion, que A B. est plus
 grande qu'A D. parce que supposant que A B. soit double
 de A D. le boulet ne sera qu'une fois en latitude lors
 qu'il aura deux en longueur, par conséquent rencontrera
 B. C. avec une fois plus de vitesse que D. C. ainsi avec
 une fois plus de force, si triple trois fois &c.
 Comme cela bien entendu je n'ai pas difficile de résoudre la question
 du baliste; car soit la figure de la partie du canon qui est
 dans le canon A B C D. d c b, dont le canon soit A B b. la bague

de mizaine, E. c. celle du grand mât D. d. celle du mât d'artimon
 ou du perroquet de Souque, et qu'on les voiles qui y sont le long,
 estant amurees à l'estibord, et bordées à l'autre bord, ne peuvent pas
 varier; il est clair que le vent venant d'E. rencontre les voiles
 suivant la ligne S. E. déterminée le vaisseau par son
 impulsion contre ces voiles, et se meut sur une ligne qui
 leur sera perpendiculaire, c'est à dire sur E. G. comme j'ay
 démontré cy devant, et que suivant la ligne A. E. O. G. rectangle
 le mouvement du vaisseau sur la ligne E. G. admet deux détermination
 l'une en latitude, et l'autre en longitude, par le point A. E. pour
 la latitude, et A. G. pour la longitude, et si le vent venoit par
 plus de difficulté à trouver le vent de son costé que de l'autre,
 il se meut sur la ligne E. G. mais comme il est beaucoup
 plus long que large il y a beaucoup plus de vent qui se oppose
 à sa détermination en longitude, qu'à celle de latitude, et
 par conséquent E. G. ne sera pas la route du vaisseau, ce sera
 une ligne beaucoup plus grande du vent, et pour la détermination
 il faut supposer qu'à cause qu'il y a beaucoup plus de vent qui
 se oppose par son costé que par devant, qu'il y a aussi en
 soit plus de difficulté à trouver le vent de ce costé là que de l'autre
 mais que si celle difficulté n'estoit pas plus grande, que par
 son devant, il pourroit avoir la ligne E. G. en une heure par
 le mouvement que le vent lui transmettoit, sur ce grand la,
 et si sur A. G. en longitude, que je suppose, offre des cinq quartes
 de ligne, et E. A. en latitude, que je suppose, aussi offre d'un
 demi ligne, il est constant que comme il tomberoit soit plus
 d'obstacle, et sa détermination en longitude qu'en latitude
 par sa disposition, il sera aussi en soit plus de temps
 à faire cinq quartes de ligne en longitude, c'est à dire qu'en cinq

Si vous ne sava qu'un quart de lieue, mais comme en latitude
 il fait une d'un y lieue, par le lieu, il en fera dix au vingt lieues
 c'est pourquoy si je prends $E. J.$ sur $E. A.$ prolongée, égale
 à dix lieues, et $A. K.$ sur $A. G.$ égale à un quart de lieue, tirant
 la ligne $K. M.$ et $J. M.$ parallèles à $E. J.$ et à $A. G.$ le
 point ou carde aux lignes de coupe ou, est adieu $M.$ sera
 celui ou le vaisseau se trouvera au bout de vingt lieues de
 sa route, n'y ayant que ce point qui soit à dix lieues de
 latitude, et à un quart de lieue de longitude du point $E.$

Comme toutes les situations de la brigue ne sont pas également
 avantageuses, pour gagner le vent ou le vaisseau, ou pour
 quelque autre chose, on en a besoin de manœuvres le vent, et
 auant de le même temps, n'estant pas toujours le même
 de l'un le plus, par ce qu'il se peut, du vent, on pourra terminer
 celle qui convient le plus, pour faire la route, le plus
 avantageuse selon l'office qu'on a, car à la brigue, plus
 la brigue est plus élevée, contre le vent, plus le vaisseau va
 par le vent, mais il recoit moins d'impulsion par le vent
 à proportion qu'il va plus par le vent, et outre cette diminution
 de force, il y a une autre qui vient de ce que la brigue
 est au plus élevée, il y a une moindre quantité de vent qui
 la pousse encore à même proportion, ce qui fait qu'il perd
 en vitesse en raison double de ce qu'il gagne à avoir au vent
 lors que le vent vient perpendiculairement sur la quille du vaisseau,
 pour le démontrer soit les deux situations de brigue $B. C.$ et
 $B. E.$, lors quelle, soit $B. C.$ elle recoit plus d'impulsion par
 le vent qu'en $B. E.$ en même raison qu'en $B. E.$ est plus
 grande que $B. C.$ comme je l'ai déjà fait voir ailleurs, et

la quantité de sang qui pousse l'atrocité en cette situation, seauoir celle qui en auroit $S. B. C. F.$ ou plus grande que celle qui la pousse en la situation $b. c.$ seauoir celle qui en auroit $S. b. c. f.$ en même raison que $B. E.$ ou plus grande que $b. c.$ ainsi l'atrocité venant de la situation $B. E.$ en celle de $b. c.$ le vaidsau grad en vitosse en raison doublee de $B. E.$ la $b. c.$ en ne gaigne a uauis aut au gain raison d' $A. D. a. A. K.$ En cela que le $b. c.$ vitosse perpendiculairement sur laquelle $D. A.$ sera a $D. K.$ comme $B. E.$ a $b. c.$ parce qu'alors ces quatre eliquas seouit quatre costes semblables de quatre triangles equianglax dux aduice seauoir $D. A. M.$ et $B. E. M.$; $k. A. M.$ $b. c. m.$

Le prix par lequel l'individu se vendra ou se rachètera, sera aussi y.
plus que je suppose, je tiens que le bon donneur contraindra
certaines mortelles particulières aux bairdsaux qui sont
moultures et les diffuses couvra qui de jumeau en contrain
n'a supporté quelque diffamance à ces calculs, mais tout cela
qui s'efface considérablement de parant pour les canons des
laxations.

Je di, montez voir au soi de la même manière, ce qui s'en suivra
 d'ailleurs d'un même ordre de la même manière, ce qui s'en suivra
 d'ailleurs, et en quelle proportion, au soi bien que beaucoup d'autres
 offraient sans la balle qu'on remarque à la main, mais mon intuition
 n'est que de donner une méthode pour conduire la science
 d'ailleurs d'ailleurs. J'ay seulement voulu de ce qui précède, pour
 tirer cette conclusion qui en est une suite nécessaire, que de
 toutes les liques qui composent la science d'ailleurs, c'est la
 science même, qui sans s'augmenter de proportion
 fondamentale, forme le moins de résistance qu'il se peut.

comparee. a celle des costez; Je dis d'aux angles la proportion
fondamentale, parce qu'en donnant par exemple moins de
largeur aux vaisseaux, il en arriveroit ce que je dis la, mais
on tomberoit d'ailleurs dans d'autres inconveniens plus facheux
qu'il est avantage qu'on ne pourroit luy, il faut y redoubter.
Vois qui sont les lignes qui ont le plus de propriete la.

Pour ce la soit imagine presentement que $ABCD$ qui est
un quarré long, et le triangle ABC soit dans la
même maniere que le vaisseau que je viens de parler, c'est
à dire d'un moment qui ait une détermination en latitude
à une autre en longitude, je dis que la distance que ce
triangle recoit par son costé est plus grande comparee a
celle qu'elle recoit par son diam, en raison doublee de BD .
~~à BD~~ que celle que le quarré recoit par son costé n'est a
celle qu'il recoit par son diam, en raison doublee de BD .
à BD . c'est à dire que si le quarré long et le triangle estoient
dix fois plus longs qu'ils sont, le triangle d'aurait dix
fois moins que le quarré long, car l'eau qui s'oppose au
costé est au diam du quarré long, s'opposant de la même
manière, c'est à dire perpendiculairement, la distance qu'elle
fait sera a celle qu'elle fait au diam en même raison de la
quantité d'eau qui s'oppose à l'un d'eux, c'est à dire comme BD .
est à BD . mais au triangle outre que la distance qu'il
reçoit par son costé est plus grande que celle qu'il recoit par
son diam à cause aussi de la plus grande quantité d'eau
qui s'oppose par son costé que par son diam, en raison de
 BD . à BD . il y en a une autre qui vient de ce que l'eau
s'oppose plus perpendiculairement par son costé que par

Soit d'auant, et je dis que cette distance est la même encore comme
 B. D. ou A. D. A. ceci est un grand géométrique; soit pour le
 démontrer diviser la ligne AB, en deux parties égales au point
 E. et le prenant pour centre soit d'ici un cercle de l'intervalle
 E. A. et soit une E. F. parallèle à D. B. et E. G. parallèle
 à D. A. La distance de l'un par le côté du triangle, est
 la même de l'autre, comme le sinus de l'angle G. E. B. ou
 F. A. d'angle F. E. A. est la même comme G. B. ou A. F. A.
 comme j'ay déjà démontré cy d'auant, et G. B. ou F. A. comme
 D. B. ou A. D. A. donc la distance au triangle par son
 côté, est la même du d'auant en raison composée de la quantité
 d'un, et de l'inclination dans laquelle elle se oppose, c'est à
 dire de deux soit B. D. ou A. D. A. Je démontrerois de même
 que toute la figure qu'on pourroit décrire dans ce quarré
 long, dans la partie extérieure du triangle, seroit tout à fait
 autant qu'un que le quarré long, et moins que le triangle et
 que par conséquent, le triangle seroit le plus avantageux, si
 ne l'ai-je point d'angle au point B. avec la ligne B. D. qui
 est parallèle à C. A. parce qu'alors il faudroit considérer
 (parlant comme j'ay fait jusqu'icy) la latitude, que le long de
 B. A. et qu'il seroit obligé de se mouvoir sur cette ligne ce qui
 lui seroit grand à cause de la déviation, en même ^{raison}
 que d'A. K. ou plus grande comparée à A. B. que D. E.
 ou A. D. B. ce qui seroit trop considérable comme il se voit
 par la seule vue de cette figure pour en faire la
 démonstration qui sont les géométriques, car le triangle
 est au par exemple de l'anneau à se mouvoir sur B. K. si la
 latitude est le long de B. D. il seroit plus en latitude
 B. D. que la longitude D. E. en même raison que B. D.

ou plus grande que $D. E.$ mais latitude ne pouvant être
 au triangle que le long de $B. A.$ et la longitude, le long de
 $A. K.$ il fera plus en longitude qu'en latitude, en même raison
 que $A. K.$ ou plus grande que $B. A.$ et par ainsi ce que
 j'ay dit; outre que le triangle se mouvant le long de $B. A.$ le
 point $A.$ s'écartera beaucoup de sa distance à cause que le
 si opposé à a des perpendiculaires, il faut donc que la
 ligne qui est issue du point $B.$ au point $A.$ ne fasse point
 d'angle en $B.$ ny aucun endroit, et que par conséquent son
 être ligne courbe qui ne peut être de celles qui sont régulières
 que cercle ou ellipse par ce que la parabole ny l'hyperbole
 ne pouvant avoir de touchante parallèle à l'axe, et d'autre
 raison considérable, qui suppose trois de principes de
 géométrie pour les mettre icy, le connu pour la proportion
 fondamentale de la distance, on est contraint de les éliger,
 et ces proportions ne diffèrent pas tant entre elles dans toutes
 les manières de bastir qu'on en en usage, qu'il n'y satisfasse
 à toutes, autant que l'on peut le dire; Contre cette méthode ne
 concidera qu'en la description de ces lignes selon les besoins
 qu'on aura dans les différentes parties de construction, laquelle
 sera soit simple et soit composée pour ceux même qui ont
 le moins d'usage dans la géométrie, par le moins de la
 machine qui est icy jointe, qui ne consiste qu'en une seule
 équaire sur laquelle on fait mouvoir une règle qui a deux
 pointes savoir $A.$ et $B.$ et telle sorte que celle d' $A.$ coule
 le long de la tranche $A. C.$ et $B.$ le long de $B. C.$ et le
 bout $E.$ de cette règle décrit par son mouvement une
 ligne elliptique; en voici la démonstration sur laquelle on

Démonstration.

pour passer sans cesse à l'arrêter par ce qu'elle est tout à fait géométrique et en supposant beaucoup de principes.

$C.F. = A.B.$ perpendiculaire. $K.E = E.B.$ grand axe. $E.G.$ est parallèle à $B.C.$ donc $\triangle A.G.$ et $\triangle B.A.$ sont équilatéraux partant $E.B.$ ou $K.E.$ $C.G.::: E.A.$ ou $C.F.$, $A.G.$ est pourquoy $\square K.E. \square G.E.:: \square E.A. \square A.G.$ donc $\square K.E. \square K.E. - \square C.G.:: \square E.A.$ ou $\square C.F. \square E.O. - \square G.A.$ c'est à dire $\square G.B.$ par ainsi le point $B.$ en loi en de l'ellipse, on démontrera de même que tous les points ou il se trouvent en sont.

Il aia pour la description de ces ellipses estant nécessaire de savoir la grandeur de l'axe et de l'autre dont les moitiés sont représentées par la règle de cette machine. Savoir le grand par $E.B.$ est perpendiculaire à $A.$, et que dans la conduite d'axe accumuler, d'axe ombrer, d'axe avant, et conduite de l'axe du point, ou n'a point la connaissance d'axe d'axe d'ellipse qui in sont nécessaires, mais seulement de certaines proportions qui les terminent et qui sont au point de l'axe, voilà ou calcul analytique pour cela donc l'équation sera de formule pour trouver tous les axes de tous les ellipses qui sont nécessaires pour toutes les différentes choses de construction que pour toutes les manières de bâtir; sur lequel on peut passer l'examen à cause qu'il est beaucoup géométrique; monder de même n'est pas que de donner à part cela, l'explication de cette équation, qui sera bien plus simple à trouver tous les axes qu'on aura besoin sans plus faire aucun calcul analytique.

Voilà les proportions de construction qui sont ordinaires au bâtiment, et auxquelles on s'ajoute savoir combien il y a

de la maistrorde d'avant que, marquer dans cette figure
 par le point A , jusqu'à l'estambot B , la hauteur de la courbe
 à l'endroit de l'estambot marquée, c'est, la distance, d'un endroit
 de la maistrorde d'avant que, jusqu'où on a accoustumé de dire
 que commence la courbe, marquée, par A , B , l'accablement
 en cet endroit marquée par B , d , je ne déterminé point ces
 proportions parce qu'il les faut au lieu d'un regard de
 autre dans toutes les manières de bastir, et que parlant de
 cette sorte ce seul exemple suffira pour toutes ces manières
 à cause qu'il ne diffère pas tant les uns des autres,
 qu'une même nature de ligne courbe ne puisse servir dans
 toutes à terminer le reste de proportion, Il faut donc
 precedentement trouver une ligne courbe qui touche la ligne
 ($^{\circ}$ A , au point A pour ne point faire d'angle, et qui passe
 par les points d , c , je ne diray point qu'il faut faire
 passer par ces points la ligne courbe la plus convenable
 pour la façon du vaisseau, parce qu'il la m'a sujet d'en
 faire une seule ligne, ny point de par y avoir deux, par
 même d'une même nature, qui y finissent par des courbes
 je le sçay bien cy après; et comme dans tout l'estandue de
 différentes proportions de vaisseaux qui sont en usage
 aujourd'hui je n'y a qu'une portion d'ellipse qui puisse
 passer par ces points, je supposez cet ellipse, soit donc
 s , A , ou le point ax égal a , z qui soit fin connu et qu'il faut
 trouver soit pour cela

qui est une propriété de la parabole.

12

Que si l'exposant de $\frac{bbdd - aacc}{2bbd - 2aac}$ est un nombre, ce sera une hyperbole

si $bbdd - aacc$ est égal à 0, ce sera une ligne droite, parce qu'à l'origine $bb : aa :: dd : cc$ ou $b : a :: d : c$ c'est à dire $b \cdot c = a \cdot d$:: $b \cdot a \cdot d$, qui est une propriété d'un triangle rectiligne.

Enfin si l'on que c'est un ellipse les deux $aacc$ sont égaux, et sera un cercle.

Ces proportions pourroient donc varier de telle manière que ce soit tantôt un ellipse, un cercle, une parabole, une hyperbole, et tantôt une ligne droite; mais comme j'ay déjà dit que c'estoit une ellipse qui satisfaisoit à toutes les proportions qui sont en usage, il faut donner j'ay l'explication de cette équation qui en donne la grandeur des axes après quoy la description n'en sera pas difficile.

Les lettres a, b, c, d , représentent des quantités de même nature, la valeur de a, b , c'est à dire la distance qu'il y a d'origine la main droite d'avant que jusqu'où il est dit que commencent les sautons; b , représente la valeur de a, c , qui est la distance de la main droite d'avant que jusqu'à l'estambot, c , la valeur de c, d , qui est la hauteur des sautons à l'endroit de l'estambot d , celle de l'endroit où commencent les sautons de même bd ;

Produit main, c'est que deux lettres se trouvent jointes ensemble comme ab , cela représente la valeur de a multipliée par celle de b , ainsi ab représente le produit de la multiplication de la valeur de a multipliée par celle de b , l'ordre qu'une même lettre se trouve deux fois comme aa , cela signifie le quarré de a , c'est à dire le produit de la valeur de a , multipliée par elle même et l'ordre que deux lettres se trouvent chacune deux fois comme $bbdd$ cela veut dire le produit de la valeur du quarré de b , —

multipliée par celle du quatre de d, mais si l'une des deux Soix ci l'autre rien qu'une Soix comme 66d. c'est à dire le quatre de b, multipliée par la simple valeur de d. ainsi du reste

Et lorsque deux lettres sont séparées par une croix comme $a+b$, c'est à dire la valeur d'a. ajoutée à celle de b, et $66d+a$ c'est à dire la valeur de 66d comme j'ay expliqué cy dessus, ajoutée à celle de a acc, mais si deux lettres sont séparées par une ligne, tirée de la main comme $b-a$ c'est à dire la valeur de a soustraite de celle de b, ainsi $66d-a$ acc signifie la valeur de 66d moins celle d'a acc, c'est à dire celle d'a acc, soustraite de celle de 66d,

Enfin lors qu'une lettre est au dessus d'une autre séparée par une ligne, comme $\frac{b}{a}$ c'est à dire la valeur de b, divisée par celle d'a ainsi $\frac{b}{a}$ représente le produit de la division de la valeur de b. par celle d'a, c'est pourquoy $\frac{aacc-66d}{aacc-66d}$ représente le produit de la division de la valeur d'a acc. 66d par celle de $aacc-66d$, et pour éclaircir l'obscurité qui pourroit encore y rester je t'ay marqué la valeur de cette equation en nombres, suppose donc qu'il y ait depuis la main de l'arrangée jusqu'à l'estambot marqué par, b, 80: grida
jusqu'en commençant la Sacon par, a, 27: grida
l'autre de la Sacon à l'estambot par, c, 14: grida
l'acculant ou commençant la Sacon par, d, 15: grida
Sans comprendre dans ces deux dernières articles
9. grida d'acculant à la main de l'arrangée, qu'on donne ordinairement aux vaisseaux de cette grandeur ainsi les Sacons montent à 14. grida 9. grida et on commençant la Sacon il y aura 2. grida d'acculant

13

Ainsi donc les valeurs d'a, estant ^{prida} 27. celle de C 14

$$\begin{array}{r} 27. \\ 189: \\ \hline 64 \end{array} \quad \begin{array}{r} 14 \\ 56: \\ \hline 14 \end{array}$$

et les valeurs d'aa 729, et de, c c. 196:

$$\begin{array}{r} 196: \\ 4374: \\ 6361 \\ \hline 729 \end{array}$$

Et celle d'aaa 142884:

Celle de c, b, estant 80. prida celle de, d $1\frac{1}{4}$

celle de bb sera $\frac{80}{6400}$ et celle de, dd $1\frac{2}{16}$

$$\begin{array}{r} 1\frac{2}{16} \\ \hline 6400 \\ 3200 \dots \text{pour } \frac{4}{16} \text{ car adice } \frac{1}{2} \\ 400 \dots \text{pour } \frac{1}{16} \text{ car adice } \frac{1}{8} \text{ de la moitié.} \end{array}$$

ainsi celle de bbb sera 10000:

Les valeurs de, aacc, et 142884, et celle de, bbbd, sera 10000:

donc celle de, aacc - bbbd, sera de 192884:

Les valeurs d'aa, et 729 celle de C 14 celle de bb. 6400 celle de, d $1\frac{1}{4}$

$$\begin{array}{r} 14 \\ 2916 \\ 729 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 1\frac{1}{4} \\ 6400 \\ 1600 \\ \hline \end{array}$$

celle d'aa, sera de 10206: celle de, bbbd, sera de 8000:

Et celle, aacc 20412: celle de 2 bbb 16000:

ainsi celle de 2 aacc - 2 bbb sera 4412:

Les valeurs d'aaacc - bbbd et 132884 celle de 2 aacc - 2 bbb. 4412

$132884 \left(30 \text{ prida } \frac{1}{10} \text{ sera celle de, aacc - bbbd qui est } a = \text{ qui est le petit } \right.$
 $4412 \quad \text{aa},$

On aura de même les valeurs du grand aac, en réduisant
 $\frac{6434 - 266dd aacc + a^4 c^4}{466dd^2 - 466ccdd - 4aaccdd + 4aac^2d}$ en nombre ce qui sera facile, en
 considérant que le chiffre qui est après la lettre, au d'ordre représente

Le nombre, de six, que la lettre a représente comme a^6 , représentant que a , ou a^6 , soit six, soit comme, $a \times a \times a \times a \times a \times a$, ainsi l'abaculus d' a^6 , ce-
 savoir l'abaculus d' a multiplié par elle, même, et le produit qui
 en sera encore multiplié par l'abaculus d' a , et ce, de même produit
 encore, par l'abaculus d' a , et ainsi jusqu'à ce qu'on ait fait cinq
 multiplications, c'est à dire, qu'on multiplie l'abaculus premier, a ,
 l'un par l'autre, et le produit par le 3.^e a , et le produit qui
 en sera par le 4.^e a , et ce, troisieme, produit par le 5.^e a , et
 enfin ce dernier produit par le 6.^e a , s'il n'y avoit qu'à 4.^e il ne
 faudroit multiplier que jusqu'au 4.^e a , et ainsi du reste, il faut
 aussi y considérer que $\sqrt{\quad}$ veut dire qu'il faut prendre
 la racine quarrée de l'abaculus qui se trouve au dessous.

Après qu'on aura trouvé l'abaculus, il sera aisé de déterminer le reste
 des proportions de l'abaculus par la description d'une portion
 d'ellipse, par cette machine, en la manière, que j'avois d'ice; il faut
 prendre, depuis la pointe, E (qui est celle, qui décrit par son
 mouvement) jusqu'à, de l'autre la distance AE , égale à ce qu'on
 aura trouvé, pour le point a , qui est en cette example, $30 \frac{2}{10}$
 et faire, EB de la grandeur du grand axe, qui est aussi en cet
 exemple, et après avoir tracé dans cette, seconde figure,
 l'abaculus proportionnel qui en est, produit de l'autre AB .

La distance du lieu de la machine, par exemple A , jusqu'à celui ou
 comme en l'abaculus, AB , EG etc, il faut leur être, perpendicu-
 lare au point A , de l'autre AS , prolongée, au delà d' S , et y prendre
 AS , égale au point a , et du point S , tirer la ligne SG , parallèle
 à la quille AC , la faisant égale, au axe, ensuite de cela, il faut
 mettre la branche AC de la quille, le long de la ligne, SG .
 la branche CB , le long d' AS prolongée, comme on le voit dans
 cette dernière figure et faire mouvoir la règle, AB , en elle.

sortir qu'on la pointe A, coule le long de la tranche A C, et celle de B, le long de B. C; la pointe E, par son mouvement passera au d, et au, e, et décrira la portion d'ellipse, e d A, laquelle terminera toutes les accumulations depuis la maistrasse d'avant jusqu'à l'estambot, et c'est à quoi n'a pas besoin de démonstration, et tant trop évident par celle que j'ai faite pour faire voir que cette machine, décrit une ellipse, et par le retour du calcul analytique.

Il faut remarquer ici que cette équation $\frac{acc - 86dd}{2aac - 268d}$ représente toujours la grandeur du poutre, qu'on aura besoin, pour décrire ces ellipses qui sont nécessaires, pour terminer toutes les accumulations de toutes les sautes de toutes les manières de basting, et faisant toujours qu'à, représente la distance de la maistrasse d'avant jusqu'au commencement des sautes; b, celle jusqu'à l'estambot, et c, la hauteur des sautes en cet endroit, et d, l'accumulation de l'endroit ou commencement des sautes, car lors que ces distances, et la hauteur et ces accumulations changent on s'en ira avec soi-même que de l'augmentation de l'accumulation à ces lettres, sans la b, a cause qui arrive aux grandeurs qu'elle représente; mais il n'y en aura point dans la manière d'opérer, puis que ces lettres ne s'expriment par elles-mêmes une grandeur qu'une autre;

Ainsi ce que je viens de faire pour les accumulations de derrière, doit servir d'exemple, pour ceux de l'avant, car il n'y a qu'à faire servir ces dernières lettres, en faisant que A. C. soit la distance de la maistrasse d'avant jusqu'à l'estambot de l'endroit ou finissent les sautes; A. B, la distance depuis la maistrasse d'avant jusqu'au commencement des sautes; (C) c, la hauteur des sautes à l'estambot; B. d, l'accumulation de l'endroit ou commencement des sautes en avant; et donnant aux lettres, a, b, c, d, la valeur

de ces grandeurs qu'elle se présente comme aux accumulations de d'arriver; $\frac{\text{arc} = 6622}{\text{arc} = 1668}$, donnera la grandeur du petit arc, et avec celle du grand; et on sera le reste comme j'ay dit dans l'autre exemple;

Et la même figure et le même exemple servira d'instruction pour les autres cas, c'est à dire la longueur d'un barangue ou d'un fougat ou d'un droit d'accumulation; car tirant C. E. parallèle à la quille A. C. A. E. sera toujours la distance de la maistrise de barangue à l'estanbot pour l'arrivée, et à l'estanbot pour l'ancre, A. B. jusqu'ou commenceu la façon de d'arriver lora qu'on sera pour d'arriver; et pour d'ancre quand ce sera pour d'ancre C. E. ou E. A. qui est la même chose, la moitié de la longueur de la maistrise de barangue; B. D. la diminution de la barangue à l'endroit ou commenceu la façon, et en donnant aux lettres, a, b, c, d, la valeur de ces grandeurs, de savoir de celles de d'arriver lora qu'on fait pour d'arriver, et de celles de d'ancre quand on fait pour d'ancre ces grandeurs y sont différentes; on trouvera les axes de l'ellipse qui est nécessaire pour terminer, par sa description, ces autres cas, laquelle sera par la même, de la manière que j'en ai dit à l'expliquer;

On conduira aussi la ligne du for, depuis le lieu du premier gabarit c'est à dire du lieu de la maistrise de barangue, en ancre et en arrivée de la même manière que ce qui précède, car tirant le point A. pour le lieu du petit arc, et tirant A. C. parallèle à la quille, A. C. sera distance qu'il y a depuis ce gabarit jusqu'aux estanbot c'est à dire au gabarit de l'arrivée; le point, c. celui jusqu'ou moule le for en cet endroit, ainsi y, C. d. combien le for est plus élevé à l'endroit de l'estanbot qu'au premier gabarit; le point, d. celui jusqu'ou moule le for au gabarit de

L'endroit ou commence la ligne Sacoine; et donnant aux Colles
 α, b, c, d , la balise de grandeur que j'indique de nommer, on
aura la ligne de l'ellipse, qui sera nécessaire pour terminer
par la description cette ligne du fort laquelle, sera
encore de la manière que j'ay dite, on terminera de même
la ligne du fort en avant et en arrière ayant aucune différence que
dans la mesure, ce qui n'apporte aucun changement dans
l'opération, je n'en parlay pas davantage;

Il n'est pas nécessaire non plus d'en donner aucun exemple, et
pour terminer la largeur du vaisseau le long de la ligne de
son fort, ce que j'ay dit touchant l'ouverture de la barangue en
pouvant suffisamment servir.

Il ne reste plus qu'à parler de la manière de former toute la
gabarie, qui est, ce qu'il y a eu jusqu'ici de plus difficile dans
la construction, et ce qui sera le plus aisé et le plus simple
dans cette méthode, c'est de l'exemple, pourvu d'une instruction
pour tout ce qui aura aucune différence dans la manière; Je
l'expliqueray ainsi.

Il faut prendre la hauteur de la ligne du fort, la largeur du
vaisseau et la ligne du fort, l'acculement de la barangue ou
du boucat à la moitié de l'ouverture de la barangue ou du
boucat, tout cela à l'endroit du lieu par où on veut faire le
gabari, on pour ce faire la ligne AG , et AD perpendiculaire
à AG , et son prolongement AB , la partie AL , égale à l'acculement
de la barangue ou du boucat à l'endroit par où on veut
faire le gabari, et ED égale à la moitié de l'ouverture de la
barangue ou du boucat, AB , égale à la hauteur de la
quille, jusqu'à la ligne du fort, BC , égale à la largeur

du vaisseau à la ligne du Sora, letout l'œuvre de la manière
que j'ay dit cy devant; et il faut que BC , et ED , soient
perpendiculaires à la ligne AB , et soit tirée DS , parallèle
à AB coupant BC au point S , si SE est plus petit que SD
faisant le petit axe de la machine, c'est à dire E à égal SE , et
le grand axe EB égal à SD de cette figure, et mouvant une
branche de l'équateur le long de SD , et l'autre le long de EB
comme on le voit par cette figure, et faisant mouvoir les deux
points de la règle A et B le long de ces branches l'autre point
 E , de la règle passera par le point C , et le point D , de cette
figure, et décrira par son mouvement le costé du vaisseau ou
gabari, on décrira de même tous les autres gabarits; cet
exemple est am suffisant pour cela je n'ay parlayé par
davantage, et les racines AB et HK sont les parties
de cet ellipse, de plus ED la même chose que DE , et
 HK que KE , il n'y a non plus aucune difficulté à dresser
la machine qui sera nécessaire pour dresser les costés des
plus grands vaisseaux, ne consistera qu'en une équarrisse de
quatre ou cinq pieds, et une règle de quinze ou seize, que
deux hommes avec celui qui sera l'ouvrage pour le manier
et son serviteur avec beaucoup de justesse et de facilité.

Mais pour ce qui est de celle qui il faudroit pour terminer les
accablures, les ornemens, les lignes du Sora, et autres choses
semblables des grands vaisseaux, ne pouvant avoir une règle
moins de 40. ou 50. pieds de long; on devoit contraindre ce serviteur
d'une qui n'est que la huitième ou dixième partie, et
multiplier les grandeurs toutes huit fois ou dix fois
si on ne vouloit point les trouver par les calculs, dont voici

Barangue ou du Souvent de l'indroit, S , il faudra diviser le grand axe en cinq parties égales, de laquelle vaudra mille, parce que le sinus total, dans les livres, est de cent mille; & savoir combien il y a de ces cinq parties de S , jusqu'à S , ou de O à G qui est la même chose; & prenant autant de mille, qu'il y a de parties, il faut chercher dans les colonnes des sinus le complément de ce nombre là, lequel osté du sinus total on aura $O P$; & faisant la grandeur $O P$ à une autre comme le grand axe est au petit coté, soit $S T$, qui sera la culmination de cet indroit; & pour ce qui est des ombrures on les aura en construisant, E , S , T , B , D , A , E qui est la moitié de la maistrise de Barangue, car on obtient $E S$, $D A$, E , il restera $R T$, qui est l'ombrure de cet indroit, & par là on verra un peu long & difficile à ceux qui ne sont point versés dans les calculs de sinus; mais outre que ce calcul est fort aisé & à apprendre, il n'y a qu'à faire une fois le calcul pour un vaisseau, & on n'en sera plus obligé d'en faire pour quelqu'autre que ce soit, pourvu qu'il n'y ait point de différence dans la manière de bâtir, ainsi j'ai fait une petite table pour chaque manière de bâtir, on retrouvera aisément le reste par règle de proportion, en calculant, ou avec un compas de proportion avec lequel on pourra aussi trouver le tout sans être obligé de se servir des sinus;

On voit par ce qui est dit de répondre à toutes les questions qu'on a faites aux charpentiers par le projet de règlement; fournissant les proportions des vaisseaux & d'entretenir toutes les parties, en donnant la grandeur de chaque pièce séparément, ou à part au vu du principal proportion, comme le lieu

de la Maistrise d'arque, l'ayant d'ice. La sonde & ca-
dire pour le costé comme par exemple aux acculments,
toutes les baranques de soucate au sein des acculments
qui de bon d'ice par un Elipse qui a une pour son
grand axe, et une pour son petit, ce qui donne le même
effet, que si on disoit le premier atant, le second tant & ca.
ayant terminée les deux axes d'un Elipse. Le costé l'ostant
aussy par là,

Je ne croy pas qu'il soit nécessaire de faire voir j'ay combien
il en coûte moins, au milieu de cette méthode, pour des journées
d'ouvriers, qu'il n'en coûteroit jamais d'être obligé de retourner à une
pièce de bois, l'étant d'ice quelle sera la première
fois, et qu'ordinairement il faut monter & descendre plus de
quatre ou cinq fois toutes les pièces qu'on met d'ice ou
commence les sacons jusqu'à l'état bot, de quelle on en
met souvent hors d'état d'ice ou de servir comme le fil
du bois n'ayant pas grand au parant, et de quel secours
elle peut être d'ice une occasion de diligence, pour un travail
par son moyen indifféremment à toutes les pièces à la fois,
sans être obligé de les mettre en place, mais ce qu'il y a
encore de plus considérable c'est l'avantage qu'on peut tirer, de
ce qu'on pourra retourner sans qu'on soit obligé de faire d'ice
des sacons semblables à ceux auxquels on aura travaillé
aussi, et qu'on parviendra par là à des connoissances plus
par faites que celles qu'on a pour les principales proportions
des bois de sacons, et non pas qu'on n'est obligé de faire, à la
sonde, d'ice charpentiers qu'il y a à donner comme j'ai
parant faire de sacons et de sacons d'ice d'ice, avec d'ice

d'un de règle qu'il n'en a; mais s'il a une règle jusqu'à une
 longue pratique, et un bon sens dans les sections et dans les fautes
 des vaisseaux, il n'y a point de doute que ce bon sens et cette
 longue expérience sont aidés par une méthode à des règles
 de mécanique. Il a en son pouvoir de juger avec incomparablement
 plus d'assurance et de solidité qu'il n'en a. S'il a jusqu'à
 ce ne se porte point à aucun sanglant sans considérer
 autant qu'il a en son pouvoir les lois de la construction qui
 en son pouvoir arrivent.