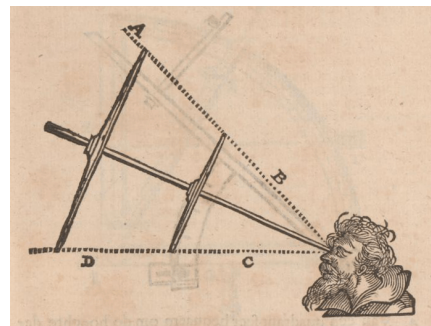


L'arbalestrille

selon Denoville



L'arbalestrille est un instrument pour prendre des mesures angulaires sur le ciel ou sur la Terre. Si l'on regarde son utilisation, on trouve sa description dans les premiers livres imprimés parlant de navigation tel *L'art de naviguer* de Pierre de Medine, 1554. Il est décrit entre autre avant de devenir obsolète dans :

Traité de la construction et des principaux usages des instrumens de mathématique de Nicolas Bion (1702) et se trouve sous forme numérique au Service Commun de la Documentation de l'Université de Strasbourg, dans les livres anciens : <http://num-scd-ulp.u-strasbg.fr:8080/640/>

L'arbalestrille y est décrite de la page 269 à 274 avec dessins sur les planches 23 et 24.

Denoville dans son livre souvenirs d'école traite de sa construction et son utilisation sur deux planches : *Le Traité de Navigation*. Denoville, Jean-Baptiste. Manuscrit De La Bibliothèque Municipale De Rouen. Ed. Point De Vues <http://assprouen.free.fr/denoville/>. Voir les pages 83 et 84.

Dans son *Nouveau Traité de Navigation*, (1753) Bouguer la décrit sur trois pages (234-236), son utilisation en prend six pages (236-241) et sa construction trois pages (241-243).

Dans le *Nouveau Traité de Navigation*, (1760) de Bouguer, revu par La Caille, il n'y a que huit lignes pour la qualifier d'obsolète.

I I.

Des Instruments qui sont en usage pour observer les hauteurs des Astres.

471. Les instruments les plus en usage à présent pour observer la hauteur en Mer, sont le Quartier Anglois, qu'on appelle aussi Quart de Nonante, & les Quartiers de Réflexion. Celui que l'on appelle l'Arbalestrille est presque abandonné depuis quelques années, & on a grande raison de l'abolir entièrement, à cause du peu de précision dont les observations auxquelles on l'emploie sont susceptibles. Il n'y a gueres que la modicité de son prix qui en fasse le mérite; mais le salut d'un Vaisseau est d'une trop grande importance, pour regarder à la différence entre les prix de ces sortes d'instruments.

Cet instrument est intéressant à construire, car simple, il permet d'en comprendre facilement le principe trigonométrique.

Avec les dessins et textes de Denoville, comprenons son principe de construction et son utilisation, et lançons nous dans sa construction.

On commencera par lire ses textes remis en français actuel avant de donner des explications sur les différents mode de tracé des échelles.

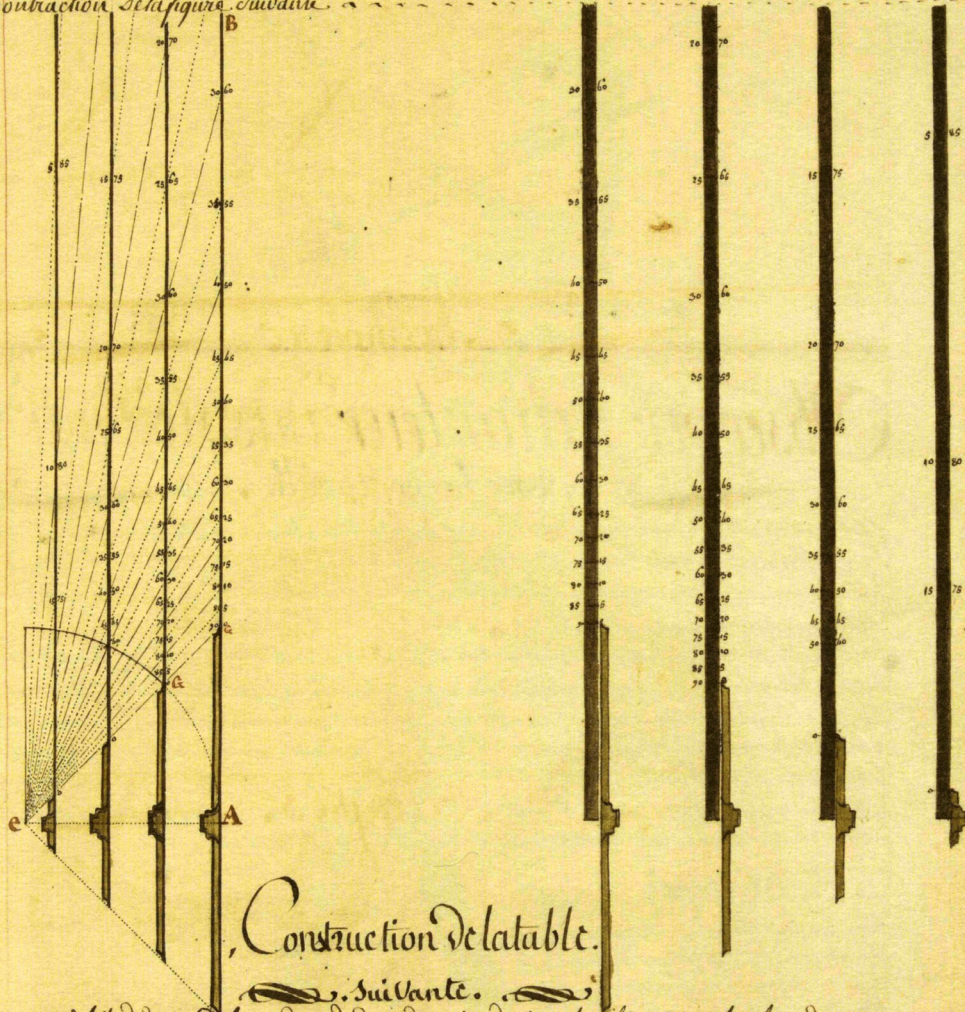
Enfin d'article différentes annexes éclaireront les outils utilisés pour le calcul et tracé des échelles angulaires de l'arbalestrille.

Construction de l'arbalestrille

Ceci peut se faire tout en carton comme le découpage proposé. Une construction plus solide commence par une flèche dans une tige carrée en bois et les marteaux en cartons. Pour les plus habiles, tout sera en bois. Quel que soit le choix des matériaux, il faut tracer les échelles. Voici la méthode de Denoville.

De la maniere de contruire des fleches ou arbalestrille de toute grandeur.

Il faut premierement tirer une ligne AB. de longueur de la fleche dont l'extremite A. Representer le bout de la fleche au quel on tiendra une perche
Droiture AC. de la grandeur du demy Marteau & de l'extremite C. on decrira un cercle qu'on decrira la 90. partie par laquelle
On tirera des rayons que son prolongera sur la ligne AB. & les rayons feront avec AC. des angles Complimens de la moitier.
Les hauteurs qui faudra Marquer sur la fleche ou ligne AB. à l'intersection de cest rayons cest adire qui faudra Marquer par
chiffre sur AB. le double du Compliment de l'angle qui se fait en C. par exemple pour le point de 90. ou 00. sera l'angle. c.
Le Compliment de la moitier qui est 45. Si l'angle parant par 45. dans le quard de cercle donnera sur AB. le point de 90.
parallèlement pour avoir le point de 89. s'oprendra la moitier 44. 50. dont le Compliment pour l'angle. c. sera de 45. 50.
Si l'angle y parant dans le quard de cercle donnera sur la fleche 89. demie pour le point de 88. & ainsi de c. d. d. d.
Comme l'a demonstration de la figure suivante.



Construction de la table
suivante.

Cela supposé faite une table de dixmes de la grandeur du demy diamètre dont vous faire ou verifier la graduation que vous
divinez exactement au 1000. parties de la h. & de la suite de vous voulez Marquer le point de 85. de hauteur qui est le premier
Cinqueme de degrez, prenez la moitier de l'ombre; & avoir 42. 50. dont le Compliment est de 47. 50. qui a pour tangente
109151. par tier. cy de l'ombre. vous tranchez les deux dernier figures 51. il restera 109. qui fait prendre avec un compas
B. porter depuis le bout de la fleche vers le haut de la pointe où elle determinera le point de 85. de hauteur de la
fleche 5. de distance. Sur ce point qui la est le Compliment; Mais comme il y a depuis le bout de la fleche jusqu'au point de 90. ou
00. la grandeur du demy Marteau qui est de 1000. parties il ne s'agit de prendre l'excès cest adire 91. parties pour la
porter depuis le point de 90. ce qui fait observer dans tous les points de graduation de chaque Marteau
cy l'angle qui est de 1000. ou 3000. parties après avoir été le 1000. du 1/2 Marteau, il faudra prendre un ou deux longueurs de la fleche adire
à l'union pour laquelle on tranche les deux dernier figures de la longueur de la fleche ou d'un total dans la table ordinaire de 100000
cy il pouvoit être divisé en 10000. parties il n'y auroit que six figures à trancher & la fin de pouvoit être de 100000. il n'y auroit rien à trancher
de la longueur de la fleche ou pour le Moins du dernier comme il n'y auroit pas possible de le diviser en 1000. parties. On le Centre de la
fleche en 100. parties & pour lors il y a trois figures à trancher sur chaque longueur.

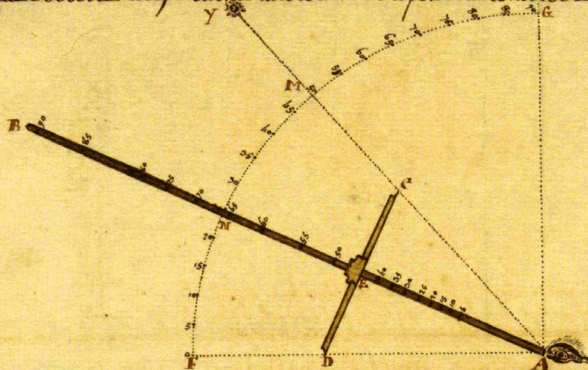
64

Suite de la suite part.

Observer la hauteur d'un astre par devant . Avec la balestrille .

Il faut après avoir passé le marteau dans la fêlure du fût de la face du côté plat vers le bout de bois A. puis le même bout à côté de bois B. regarder l'horizon sensible par le bout du bar D. du marteau DC. au bout le rayon visuel horizon ADF. & la fêlure du marteau le long de la fêlure du fût approchant ou la le reculant de bois, jusqu'à ce que son Ombre tombe par le bout du haut & du marteau, & le bar il marque sur la fêlure le degré de la hauteur de l'astre sur la colonne qui va la augmentant vers 90°. ou vers le bout de bois A. & il marquera au contraire vers le complément de la hauteur de l'astre sur la même colonne qui va la diminuant vers le même bout de bois A.

On prend hauteur par devant aux étoiles du soir lorsque des rayons n'ont que de force à cause de quelque nuage ou lorsque un morceau de verre rouge ou bleu au devant de bois pour les couvrir du rayon du soleil.



Observer la hauteur du soleil par derrière . Avec la balestrille .

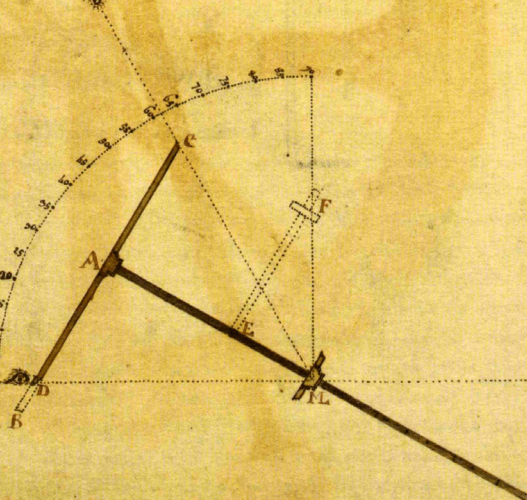
Il faut premièrement ajuster le plat du marteau dans le bout de la fêlure de bois que le bout soit au bout de la suite. Lorsque dans la fêlure sept ou huit petits morceaux qui aient petite traversée M. son côté plat vers le bout A. & son à ajouter un bâton au bout du bar D. du marteau. C'est adire un petite pièce de Cuivre ou autre métal, qui ait une petite ouverture longue.

La balestrille étant ainsi préparée, il faut tourner le dos vers l'astre & regarder l'horizon sensible par la visière D. & par derrière la traversée M. du petit marteau, & la regardant au ciel horizon par le rayon visuel DM. on approchera ou on reculera le petit marteau jusqu'à ce que l'ombre du bout C. du grand marteau tombe sur la traversée du petit marteau & le bâton qui repose au milieu de la traversée de la fêlure, alors le petit marteau marquera sur la fêlure le degré de la hauteur du soleil. & son complément.

Cette manière de prendre hauteur est préférable à la première parce que le soleil ne donne que un seul rayon visuel horizontal. & observer mieux qu'il faut la observer dans la première manière.

Remarque.

Pour corriger l'erreur qui se trouvoit à la hauteur prise avec la fêlure par derrière, si on n'avoit point regardé au diamètre du soleil qu'on s'imagine de 32". Il faut qu'on observe la hauteur du soleil sur l'horizon ou desavant du bord inférieur ajouter 16" à la hauteur observée. & si la contraire s'est de côté du bord supérieur Mais si on observe l'astère du côté du zénith il faut la desavant du bord inférieur soustraire sur le dit 16" & si la desavant du bord supérieur les ajouter à la distance observée à fin d'avoir la distance du centre au zénith.



L'arbalestrille suivant Denoville

Dans son *Traité de Navigation*, deux pages entières concernent l'arbalestrille. Denoville n'aborde pas sa technique de construction, mais simplement la façon d'établir les échelles des degrés sur la flèche en fonction de la grandeur des marteaux et la technique des mesures des angles sur le ciel.

La première page (83) décrit avec figures à l'appui deux manières de tracer les repères des degrés à partir de la grandeur (ou demi grandeur) du marteau. La première géométrie se sert pour les tracés du compas (à tracer) et de la règle. La seconde n'utilise que la trigonométrie par les tangentes, le compas à pointes sèches pour reporter des longueurs, de la règle à tirer les traits et la règle de dixme pour les longueurs..

Ces opérations peuvent servir pour un marin averti, à vérifier que les échelles des différents marteaux de son arbalestrille sont correctes.

La deuxième page (84) montre les deux façons de prendre la hauteur d'un astre avec l'instrument : en vision directe et de dos.

Cette dernière manière ne pouvant être appliquée qu'au Soleil et accessoirement à la Lune.

Textes de Denoville

Tracé des échelles

(page 83)

Texte original

Il faut premièrement tirer une ligne **AB.** de longueur de la fleche dont l'extrémité **A.** représente le bout l'œil auquel on elevera une perpendiculaire **AC.** de la grandeur du demy martaux & de l'extrémité **C.** On decrira un cercle quon decrira en 90. parties par lesquelles on tirera des rayons que l'on prolongera sur la ligne **AB.** & cest rayons feront avec **AC.** des angles complément de la moitie des hauteur qui faudra marquer sur la flèche ou ligne **AB.** à la rencontre de cest rayons cest adire quil faudra marquer par chiffre sur **AB.** le double du complément de l'angle qui se fait en **G.** par exemple pour le point de 90^d où lon fera l'angle **C.** du complément de la moitie qui est 45^d. & le rayon passant par 45^d dans lequard de cercle donnera sur **AB.** le point de 90^d paraillement pour avoir le point de 89^d l'on prendra la moitie 44^d.30^m dont le complément pour l'angle **C.** sera de 45^d30^m & le rayon y passant dans le quard de cercle donnera sur la fleche 89^d de même pour le point 88^d. & ainsi des autres comme la démonstration de la figure suivante.

Texte remis en français actuel

Il faut premièrement tirer une ligne **AB** de longueur de la flèche dont l'extrémité **A** représente le bout l'œil auquel on élèvera une perpendiculaire **AC** de la grandeur du demi marteau et de l'extrémité **C** on décrira un cercle qu'on divisera en 90 parties par lesquelles on tirera des rayons que l'on prolongera sur la ligne **AB** et ces rayons feront avec **AC** des angles complément de la moitié des hauteurs qu'il faudra marquer sur la flèche ou ligne **AB** à la rencontre de ces rayons c'est-à-dire qu'il faudra marquer par chiffre sur **AB** le double du complément de l'angle qui se fait en **C**. Par exemple pour le point de 90^d ou 0^d l'on fera l'angle **C** du complément de la moitié qui est 45^d et le rayon passant par 45^d dans le quart de cercle donnera sur **AB** le point de 90^d. Pareillement pour avoir le point de 89^d l'on prendra la moitié 44^d30^m dont le complément pour l'angle **C** sera de 45^d30^m et le rayon passant dans le quart de cercle donnera sur la flèche 89^d de même pour le point 88^d et ainsi des autres comme la démonstration de la figure suivante.

Construction de la table

page 83

Texte original

Construction de la table. Suivante.

Cela supposé faites une echelle de dixme de la grandeur du demy diametre dont voulez faire où verifier la graduation que vous diviserez exactement en 1000. parties egales ; ensuite sy vous voulez marquer le point de 85^d de hauteur qui est le premier cinquieme

Texte remis en français actuel

Construction de la table. Suite.

Cela supposé faites une échelle de dixme (voir annexe) de la grandeur du demi-diamètre dont voulez faire ou vérifier la graduation que vous diviserez exactement en 1000 parties égales ; ensuite si vous voulez marquer le point de 85^d de hauteur qui est le premier cinquième

de degré prenez la moitié de ce nombre ; savoir $42^{\text{d}}30^{\text{m}}$ dont le complément est de $47^{\text{d}}30^{\text{m}}$ qui a pour tangente 109131. parties Sy de ce nombre vous tranchez les deux dernier figures 31 il restera 1091. quil faut prendre avec un compas & porter depuis le bout de loeil vers le bout den haut & le point où elles se termineront sera celui de 85^{d} de hauteur & en leur 5^{d} de distance du zenith qui en est le complément ; mais comme il y a depuis le bout de loeil jusqu'au point de $90^{\text{d}}00'$ où 00^{d} la grandeur du demy marteau qui est de 1000. parties il suffit den prendre lexces cest adire 91. parties pour les porter depuis le point de 90^{d} . Ce quil faut observer dans tous les point de graduation de chaque marteau.....

Sy la tangente excede 2000. où 3000. parties après avoir otezles 1000. du $\frac{1}{2}$ marteau, il faudra prendre un ou deux longueur de la Cherle du dixum. la raison pour laquelle on retranche les deux dernier figures de la tangente vient de ce que le rayon où sinus total dans les table ordinaire est de 100000 p . Syl pouvoit être divisez en 10000. parties il ny auroit que figure aretrancher & enfin sil pouvoit être de 10000. Il ny auroit rien aretrancher alégard des petits mataux ou pour le moins du dernier comme il ne seroit pas possible de le diviser en 1000. Parties on se contente de le diviser en 100 parties & pour lors il y a trois figure à retirer sur chaque tangente.

de degré prenez la moitié de ce nombre ; à savoir $42^{\text{d}}30^{\text{m}}$ dont le complément est de $47^{\text{d}}30^{\text{m}}$ qui a pour tangente 109131 parties (voir annexe). Si de ce nombre vous otez les deux derniers chiffres 3 et 1 il restera 1091 qu'il faut prendre avec un compas et porter depuis le bout de l'oeil (A) vers le bout d'en haut (C) et le point où elle se termineront sera celui de 85^{d} de hauteur et en leur 5^{d} de distance du zénith qui en est le complément ; mais comme il y a depuis le bout de l'oeil jusqu'au point de $90^{\text{d}}00'$ ou 0^{d} la grandeur du demi-marteau qui est de 1000 parties il suffit d'en prendre l'excès c'est-à-dire 91 parties pour les porter depuis le point de 90^{d} . Ce qu'il faut observer dans tous les point de graduation de chaque marteau.....

Si la tangente excède 2000 ou 3000 parties après avoir otez les 1000. du $\frac{1}{2}$ marteau, il faudra prendre une ou deux longueur de l'échelle du dixum. La raison pour laquelle on retranche les deux derniers chiffres de la tangente vient de ce que le rayon ou sinus total dans les tables ordinaires est de 100000 p . S'il pouvait être divisé en 10000 parties il n'y aurait qu'un chiffre à retrancher & enfin s'il pouvoit être de 1000, il n'y aurait rien à ôter à l'égard des petits marteaux ou pour le moins du dernier comme il ne serait pas possible de le diviser en 1000 parties on se contente de le diviser en 100 parties & pour lors il y a trois chiffres à retirer sur chaque valeur de la tangente.

Commentaires

Quelle que soit la méthode du tracé des repères des degrés, Denoville prend la moitié de la longueur du marteau qui sera la longueur de référence. Dans ce cas, le zéro de l'échelle qui sert à tracer les repères des degrés via leurs tangentes est l'oeil de l'observateur. Donc prendre le début de l'échelle au bout de la flèche est erroné car l'oeil est forcément en arrière du bout. De plus la position de l'oeil va bouger avec le marteau, car les intersections alignements bords de la flèche et extrémités du marteau changent de place avec la position du marteau sur la flèche.

Pour éviter ce problème, il aurait fallu prendre comme unité de distance pour le calcul, la longueur entre le côté de la flèche et l'extrémité du marteau.

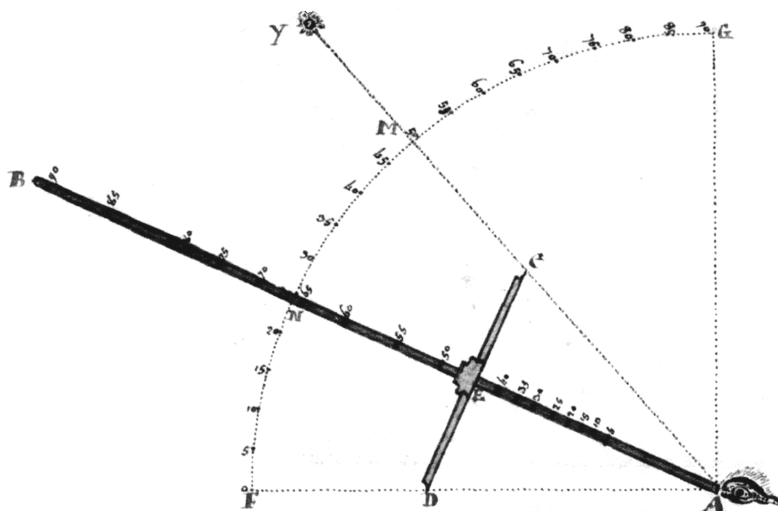
Dans le livre de Bion cité en référence, on parle de ce problème, en disant que le zéro n'est pas pris au bout de la flèche ; on n'y explique pas le choix de la position prise pour origine en avant de la flèche pour chaque marteau.

Tout ceci est peut-être illusoire à cause du flou du bord de la flèche vu de très près, alors qu'il faut viser simultanément le bord, le marteau à 30 ou 60 cm et l'astre et l'horizon à l'infini.

Le traçage sur un cercle ou un arc de cercle de tous les degrés comme sur un rapporteur n'était pas un travail facile et certainement long, demandant beaucoup de soin. Il est étonnant que Denoville ne parle pas d'une troisième méthode qui est dessinée sans être expliquée sur le premier dessin de la page suivante. On y voit l'arbalestrille posée sur un grand quart de cercle gradué. L'arbalestrille étant posé précisément dessus, on peut ajuster le marteau à étalonner pour qu'il indique un angle choisi. La position du marteau sur la flèche donne le trait de la graduation de cet angle. Cette méthode est décrite dans le livre de Bion pour étalonner l'anneau astronomique.

Observation directe

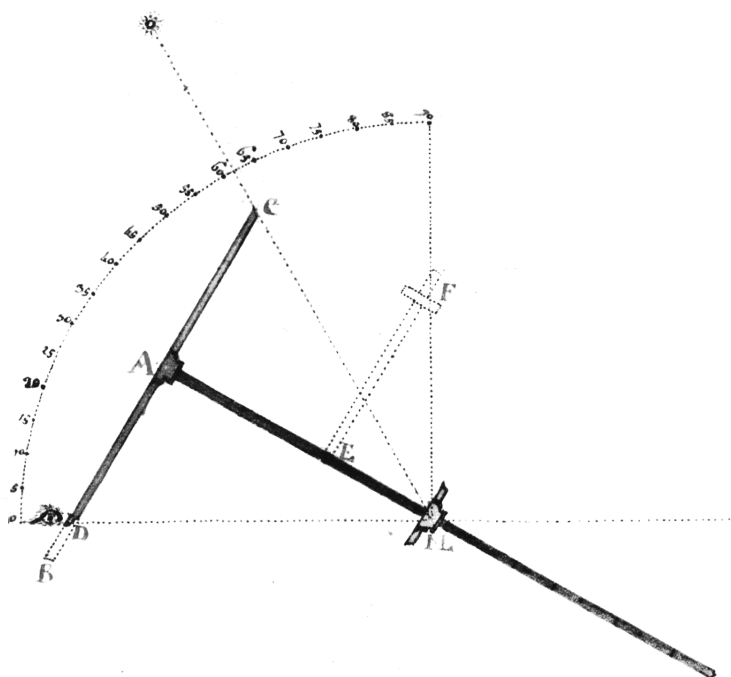
Il faut après avoir passé le marteau dans la flèche du côté de sa face son côté plat, vers le bout de l'oeil A, puis ce même bout à côté de l'oeil, & regarder l'horizon sensible par le bout du bas D. Du marteau DC, suivant le rayon visuel horizon ADF, & en faisant glisser le marteau le long de la flèche, en approchant ou en le reculant de l'oeil, jusqu'à ce que l'on voye l'astre par le bout d'en haut C du marteau, & alors il marquera sur la flèche les degrés de la hauteur de l'astre sur la colonne qui va en augmentant vers 90° ou vers le bout de l'oeil A, & il marquera aussi vis à vis le complément de la hauteur dans l'autre colonne qui va en diminuant vers le même bout de l'oeil A.



L'on prend la hauteur par devant aux étoiles & au Soleil lorsque ses rayons n'ont guère de force à cause de quelque nuage & ou expose un morceau de verre rouge ou bleu au devant de l'oeil pour se le conserver des rayons du Soleil.

Observation par derrière

Il faut premièrement ajuster le plat des marteaux dans le bout de la flèche de sorte que le tout soit admit ensuite l'on passe dans la flèche le plus petit des quatre marteaux qui a une petite traverse M., son côté plat aussi vers le bout A., & l'on ajoutera une visière au bout d'en bas D. du marteau, c'est à dire une petite pièce de cuivre ou autre métal, qui ait une petite ouverture longue.



L'arbalestrille étant ainsi préparée, il faut tourner le dos vers l'astre & regarder l'horizon sensible par la visière D. & par dessous la traverse M. du petit marteau, & en regardant aussi l'horizon par le rayon visuel DM. On approchera ou on reculera ce petit marteau jusqu'à ce que l'ombre du bout C. Du grand marteau détermine sur la traverse du petit marteau à l'endroit qui répond au milieu de la grosseur de la flèche, alors le petit marteau marquera sur la flèche les degrés de la hauteur du Soleil & son complément.

Cette manière de prendre hauteur est préférable à la première parce que l'oeil n'a qu'un seul rayon visuel horizontal à observer au lieu qu'il faut en observer deux dans la première manière.

Remarque. Pour corriger l'erreur qui se trouverait à la hauteur prise avec la flèche par derrière, si on n'avait point d'égard au diamètre du Soleil qu'on estime de 32 min. Il faut, si on observe la hauteur du Soleil sur l'horizon ou se servant du bord inférieur ajouter 16 min. À la hauteur observée & en soustraire si on se sert du bord supérieur. Mais si on observe à distance du Soleil au zénith il faut en se servant du bord inférieur soustraire les susdites 16 min. & en se servant du bord supérieur les ajouter à la distance observée afin d'avoir la distance du centre au zénith.

Commentaires

On pourrait dire que l'arbalétrille utilisée dans la méthode par l'arrière est un modèle évolué puisqu'elle comporte à l'extrémité du marteau où on met l'oeil, un accessoire fente qui permet de faciliter la visée et augmenter la précision des mesures

Sur ce même dessin apparaît en pointillé un complément de l'arbalète. Mais Denoville n'en donne aucune explication.

Les outils moderne, tableur ou Geogebra permettent maintenant de construire et d'imprimer à l'échelle désirée n'importe qu'elle graduation.

Annexes

Echelle trigonométrique

Les opérations sur les nombres décimaux n'étant pas d'un usage courant, les opérations se faisaient sur des entiers.

En trigonométrie, pour avoir de la précision, il fallait prendre une base de calcul grande pour le rayon unité. C'est ce que l'on appelle le *sinus total*. C'est ainsi, dans les tables pour la marine, que la valeur ce rayon était prise à 100000. Ptolémée avait pour base dans ses calculs 60000.

Les astronomes, au XVIII^{ème} siècle, pour une plus grande précision, avait pour base 10.000.000.000. Ce qui se voit dans les tables de logarithmiques trigonométriques ou le logarithme du rayon de base vaut 10.

LOGARITHMES DES NOMBRES.		Sin. 41	Tang. 41	Cotang. 41	Cofin. 41	
		0 9.816943	9.939163	0.060837	9.877780	60
		1 9.817088	9.939418	0.060582	9.877670	59
		2 9.817233	9.939673	0.060327	9.877560	58
		3 9.817379	9.939928	0.060072	9.877450	57
		4 9.817524	9.940183	0.059817	9.877340	56
		5 9.817668	9.940439	0.059561	9.877230	55
		6 9.817813	9.940694	0.059306	9.877120	54
		7 9.817958	9.940949	0.059051	9.877010	53
		8 9.818103	9.941204	0.058796	9.876899	52
		9 9.818247	9.941459	0.058541	9.876789	51
		10 9.818392	9.941713	0.058287	9.876678	50
		11 9.818536	9.941968	0.058032	9.876568	49
		12 9.818681	9.942223	0.057777	9.876457	48
		13 9.818825	9.942478	0.057522	9.876347	47
		14 9.818969	9.942733	0.057267	9.876236	46
		15 9.819113	9.942988	0.057012	9.876125	45
		16 9.819257	9.943243	0.056757	9.876014	44
		17 9.819401	9.943498	0.056502	9.875904	43

L'échelle de dixme

On dit aussi disme (Denoville)

L'échelle de dixme de Denoville.

Principe

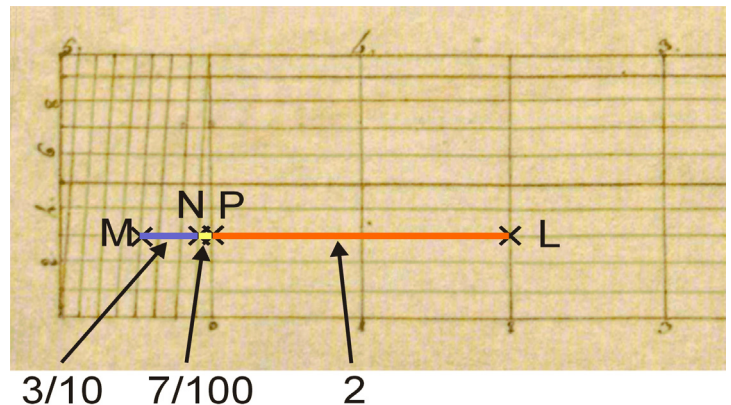
Cet instrument permet pour une longueur étalon choisie de diviser celle-ci en 100 parties et d'obtenir toute longueur multiple de cette unité au centième. Les longueurs cherchées, multiples décimaux de la longueur de base étalon, sont repérées sur l'échelle et reportées au compas à pointes sur le graphique.

Démonstration par l'exemple :

Soit à prendre une longueur de 2,37 sur l'échelle de dixme que l'on s'est donnée :

$$LM = LP + PN + NM = 2.37$$

- Segment LP 2 - les entiers
- Segment MN 3 - les dixièmes
- Segment NP 7 - les centièmes



Commentaires

Le dessin de l'échelle de dixme de Denoville pose un sérieux problème. En effet la partie de gauche qui donne les 10^{ème} et les centièmes n'est pas divisée en 10, mais en huit partie. Ce qui rend une pareille règles complètement fausse. Il vaut mieux penser que par étourderie ou autre raison, par exemple de place dans la page, Denoville a dessiné son échelle fausse.

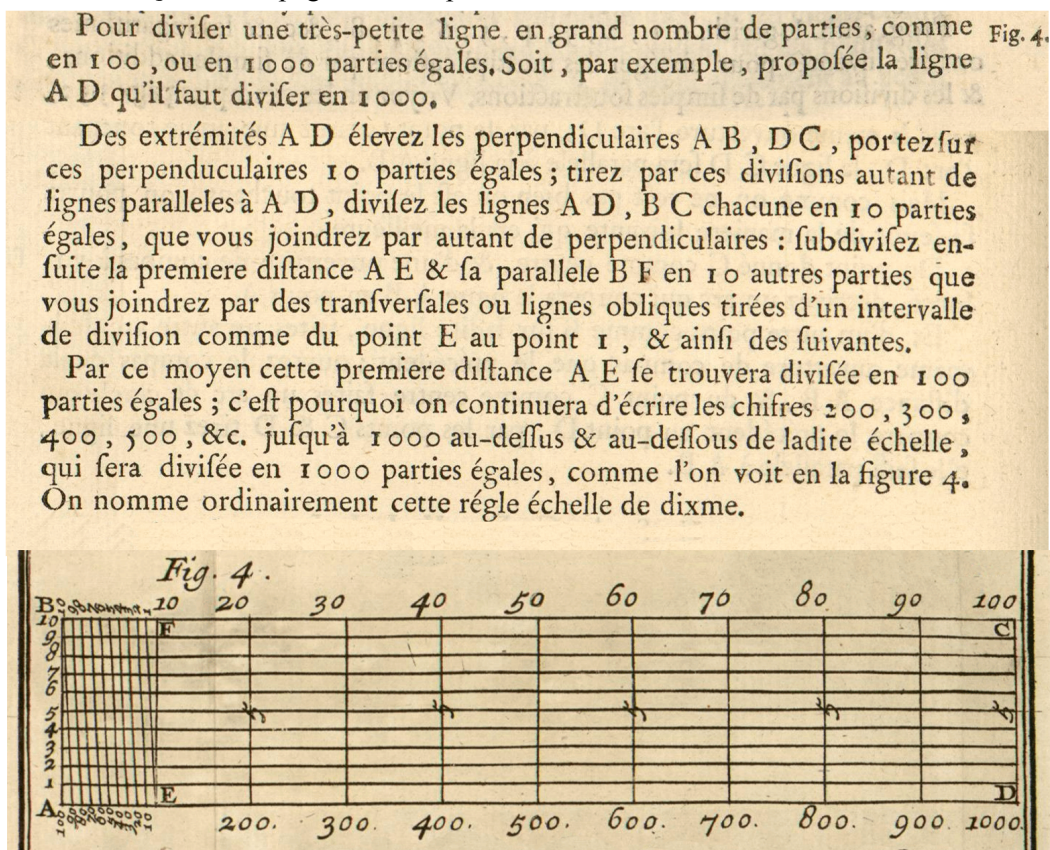
Remarques

Si l'échelle est précise et la longueur étalon pas trop petite, on peut avoir mieux que le centième en interpolant entre deux lignes horizontales.

Les unités de l'échelle sur la règle de 0 à 10 sont conventionnelles et peuvent être multipliée par 10, 100, 1000...

Construction

On se réfère à la description dans le livre de Nicolas Bion *Traité de la construction et des principaux usages des instrumens de mathématique*, 1752, page 23-24 et planche 4.



Tracé sous Geogebra

On prendra deux curseurs pour les deux dimensions du rectangle ($ABDD$) de l'échelle : *long* (200 à 800) et *eps* (20 à 100).

Construire les points A, B, C, D . Et le rectangle (polygone $ABCD$).

$$A = (0,0) ; B = (long,0) ; D = (long,eps) ; C = (0,eps)$$

$$cadre = \text{Polygone}[A,B,D,C]$$

Geogebra crée les quatre segments a, b, c et d .

- supprimera l'affichage des étiquettes des segments.
- mettre l'affichage des points et des curseurs conditionnel par une boîte de sélection appelée *Construction*.

Tracé des dix traits verticaux et horizontaux qui divisent le rectangle :

- traits horizontaux
 $trh = \text{séquence}[\text{Segment}[(0,eps*n/10),(long,eps*n/10)],n,1,9]$
- traits verticaux
 $trv = \text{séquence}[\text{Segment}[(long*n/10,0),(long*n/10,eps)],n,1,9]$

Traits de biais pour les dixièmes et centièmes

trb=séquence[Segment[(long*n/100,0),(long*(-1)n/100,eps)],n,1,9]

Remarque : on peut incliner les segments de biais à droite ou à gauche. Cela ne change que l'étiquetage des graduations des lignes horizontales pour l'utilisation.

Graduations

- horizontales dessus et dessous

grabs1 = Séquence[Texte[n, (n long / 10 - 1.5, -(4))], n, 0, 10]

grabs2 = Séquence[Texte[n, (n long / 10 - 1.5, eps + 1.5)], n, 0, 10]

- verticales à gauche et à droite

grord1 = Séquence[Texte[n, (-(4.5), n eps / 10 - 1)], n, 0, 8, 2]

grord2 = Séquence[Texte[n, (long + 2.5, n eps / 10 - 1.5)], n, 0, 8, 2]

Pour le positionnement des graduations, les valeurs de décalages -1.5, -4., -4.5 et 2.5 sont ajustables en fonction de l'esthétique et la grandeur des caractères choisie

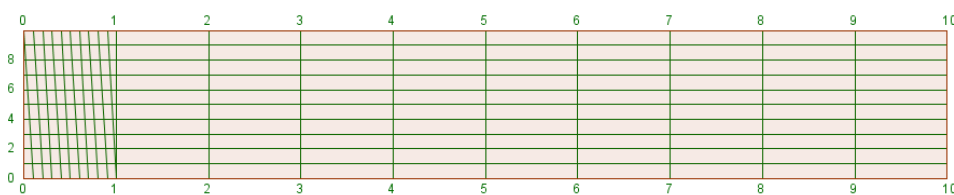
Mettre un titre qui donne la longueur de l'étalon choisie :

txt = Texte["Echelle de dixme de " + (long / 10) + " cm"]

que l'on placera, en changeant à volonté la taille et la police dans les propriétés.

Construction

Echelle de dixme de 25 cm



Impression sous Geogebra

Normalement l'impression sous Geogebra devrait donner sur papier, une règle de dixme à l'échelle désirée. Il se peut que l'imprimante utilisée ne donne pas la bonne grandeur. Dans ce cas, il faut faire une correction d'échelle que l'on rentrera dans la fenêtre d'impression.

Pour une échelle plus grande que A4, on imprimera par partie.

