2009 Ministerio de Cultura

ARCHIVO FACULTATIVO DE ARTILLERIA

Indice por orden { alfabético 3 / de materias 3º

Estante 1 3

Tabla 4 2

Nº 1

Este.: 13. Fbl. 5ª Nº 2970

BIBLIOTECA
CENTRAL MILITAR

Inscripción. { *Folio*..... / *Número*....

Clasificación... { *División*.... / *Subdivisión*.....

Colocación IV.. { *Estante*..... 18 / *Tabla*..... 1 / *Número*.... 41

32133

200 Ministerio de Cultura

R.2296
V
53 - 1
14

Ministério da Cultura

2009 Ministerio de Cultura

83/58510

2009 Ministerio de Cultura

2009 Ministerio de Cultura

2009 Ministerio de Cultura

2009 Ministerio de Cultura

L'ART
DE JETTER
LES BOMBES.

PAR MONSIEUR BLONDEL,

Marechal de Camp aux Armées du Roy.

A Paris.

Chez L'AUTEUR. Et ſe vend

A AMSTERDAM,

Chez PIERRE MORTIER, Libraire.

M. DC. XCIX.

ARCHIVO FACULTATIVO

2009 Ministerio de Cultura

2009 Ministerio de Cultura

AU ROY.

SIRE,

Peut-eſtre que je viens un peu hors de ſaiſon, offrir à VOSTRE MAJESTE'

2009 Ministerio de Cultura

ce Traité de l'Art de jetter les Bombes, dans un temps où Elle vient de donner la paix à l'Europe, & où il ſemble que la ſcience de l'Artillerie ne doive plus eſtre employée qu'à faire des feux de joye. J'eſpere neanmoins que mon ouvrage ne lui ſera pas tout à fait deſagreable, & qu'Elle y verra avec quelque plaiſir les regles d'un Art dont Elle s'eſt ſi utliement ſervie dans ſes Conqueſtes, & qui n'a pas eſté un des moindres inſtrumens de ſes Victoires. J'oſe me flatter qu'Elle approuvera le deſſein que j'ai d'empêcher un Art ſi noble de perir, en le reduiſant aux Regles certaines de la Mathematique, & donnant moyen aux Eleues de s'y perfectionner. D'ailleurs, SIRE, c'eſt dans le temps de la Paix, à bien parler, que l'on doit étudier le metier de la Guerre, & il ne faut pas attendre à en acquerir la connoiſſance, qu'on ſoit obligé de le mettre en pratique. C'eſt dequoy V. M. a donné Elle-meſme d'illuſtres preuves, lors que dans le ſein de la Paix, au milieu du calme & du repos, Elle agueriſſoit, pour ainſi dire, ſes Soldats par les frequentes reveuës qu'Elle leur fai-

2009 Ministerio de Cultura

faiſoit faire, & par les continuëls exercices où Elle les occupoit. Ainſi quand V. M. s'eſt miſe en Campagne, Elle a trouvé des troupes toutes dreſſées, & a eſté d'abord en eſtat d'executer toutes ces grandes choſes qui ſont à peine croyables à ceux qui les ont veuës, & dont tout l'avenir parlera avec eſtonnement. C'eſt donc, SIRE, pour ſeconder, en ce que je puis, de ſi glorieux deſſeins, que je mets ce Traité au jour. Heureux! s'il peut être en effet utile a V. M. & ſi Elle a la bonté de le recevoir comme un temoignage de la reconoiſſance que je lui dois pour les graces dont Elle m'a comblé. Je ſuis

SIRE.

DE VÔTRE MAJESTE

Le tres-humble, tres-obeiſſant & tres-fidele ſujet & ſerviteur

BLONDEL.

2009 Ministerio de Cultura

L'IMPRIMEUR AU LECTEUR.

IL y a quatre parties dans ce Livre: La premiere eſt une eſpece de relation hiſtorique de ce qui s'eſt fait & écrit ſur le ſujet des Bombes & des portées du Canon juſqu'à nous: La ſeconde enſeigne diverſes pratiques ſur le même ſujet & particulierement pour le jet des Bombes en toutes ſortes de poſition du mortier tant par les Sinus que par les Inſtrumens, par les Tables, par le Compas de proportion &c. La troiſiéme eſt de pure Theorie qui demontre à fond tout ce qui s'eſt dit ſur cette doctrine & ce qui s'eſt propoſé dans les pratiques: La quatriéme reſout les objections que l'on peut faire tant contre la Theorie que contre les pratiques, dont elle confirme la doctrine par les experiences.

AVIS AU RELIEUR.

DAns la page 112. *Il faut ſe ſouvenir d'y appliquer une figure de taille douce ſur celle en bois qui a été imprimée par mégarde.*

CATA-

2009 Ministerio de Cultura

CATALOGUE
DES
OUVRAGES
DE
MONS^R. BLONDEL.

Qui se Vendent

A AMSTERDAM chez PIERRE MORTIER.

Cours d'Architecture enseigné dans l'Academie Royale d'Architecture, ou sont Expliquez les Termes, l'Origine & les Principes d'Architecture, & les pratiques des *Cincq Ordres* Suivant la Doctrine de Vitrue & de ses principaux Sectateurs, & suivant celle des trois plus habiles Architectes qui ayent écrit entre les Modernes, qui sont *Vignole*, *Palladio* & *Scamozzi*. Dedié au Roy. Par Blondel, de l'Academie Royale des Sciences, Avec Plus de Trois cent Planches, trés bien gravéé a Paris Foll. en 5 Parties.

Cours de Mathematique, Contenant Divers Traitez Composez & Enseignez a Monsieur le Dauphin, Par Blondel 42 voll. *La Premiere Vollume Contient*, la Mathematique en General, la Geometrie Speculative, & la Geometrie Pratique *La Secend vollume Contient*. l'Aritmetique Speculative, & l'Aritmetique Pratique Avec Fig. 4°.

Histoi-

2009 Ministerio de Cultura

Hiſtoire du Calendrier Romain qui contient ſon Origine & les Divers Changemens qui luy ſont Arrivez. Par Blondel 4. avec Figures.

l'Art de jetter les Bombes, par Blondel 4. avec Fig.

Nouvelle Maniere de Fortifier les Places 4. Fig.

DE

M O N S^r. B L O N D E L.

L'ART

L'ART DE JETTER LES BOMBES,

ET DE CONNOITRE L'ETENDUE DES COUPS de volée d'un Canon en toutes sortes d'Elevations.

PREMIERE PARTIE.

Opinions fausses du Jet des Bombes avant Galilée.

LIVRE PREMIER.

De l'Origine & de l'Usage des Bombes.

CHAPITRE PREMIER.

Origine des Bombes.

L'USAGE des Bombes & des Grenades n'est pas fort ancien : Et quoi que l'on ait quelque exemple dans l'Histoire de certains

Liv. I. Chap. I. Origine des Bombes.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. I. Origine des Bombes

vazes de feu que l'on lançoit avec des machines dans les Villes de Ennemis ; il eſt conſtant que que c'étoit toute autre choſe que nos Bombes que l'on charge de Poudre à Canon, dont on n'avoit alors aucune conoiſſance.

Les premieres que l'on a veuës ont été jettées dans la Ville de Wacthendonch en Guelders que le Comte de Mansfeld aſſiegeoit ſous le Prince de Parme en l'année 1588 : où ces Bombes ayant en peu de temps ruiné tous les logemens, elles étonnerent tellement ceux de la Place qu'ils furent contraints de ſe rendre.

L'on dit qu'un Habitant de Venlo dans la même Province les avoit inventées quelque temps auparavant, pour s'en ſervir ſeulement aux feux d'artifice de plaiſir : Et que pour divertir le Duc de Cleves, qui ſe trouvoit alors à Venlo, il en avoit jetté pluſieurs en ſa preſence, dont l'une par malheur tombant dans une des maiſons, elle y avoit allumé un embrazement ſi horrible, que la meilleure partie de cette pauvre Ville en avoit été conſumée, ſans que l'on pût y apporter aucun remede.

Il y a des Hiſtoriens Hollandois qui rapportent, que peu de mois avant ce malheur, un Ingenieur Italien avoit fait quelques experiences ſemblables à Bergopſon, pretendant rendre l'uſage de ſes bombes facile & utile pour la Guerre ; mais qu'ils s'étoit miſerablement brûlé lui-même, mettant le feu par hazard à

2009 Ministerio de Cultura

la compoſition qu'il faiſoit pour ce ſujet.

Quoy qu'il en ſoit, il eſt tres-veritable que l'on n'avoit rien veu de pareil en ce temps-la: Bien que l'uſage des mortiers ſoit peut-être autant ancien que celui des Canons mêmes, puiſque nous en voyons de fer & de fonte d'une fort ancienne ſtructure, & que nous ſçavons que l'on s'en eſt fort ſervi dans les Guerres d'Italie au commencement du ſiecle paſſé, à jetter des pierres & des balles de Canon ardantes pour mettre le feu dans les Villes.

LIV. I. CHAP. I. Origine des Bombes.

Il y a même le deſſein d'un mortier qui lance un boulet enflammé parmi diverſes autres pieces d'artillerie, qui ſont figurées dans le frontiſpice du Livre de *Nicoló Tartaglia* Mathematicien de Breſce en Italie, imprimé en l'année 1538.

CHAPITRE II.

Premier uſage des Bombes en France par Maltus.

LEs Eſpagnols & les Hollandois ſe ſont ſervi de Bombes & de Grenades dans les longues Guerres qu'ils ont eües enſemble: Mais c'eſt ſeulement en l'année 1634 au premier ſiege de la Motte, que nous en avons veu dans nos armées. Il n'eſt pas vray que l'on en ait jetté pendant le ſiege de la Rochelle comme *Caſimir*

CHAP. II. Premier uſage des Bombes en France par Maltus.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. II. Premier usage des Bombes en France par Maltus.

Siemienouski Polonois l'a dit dans son Livre du grand Art de l'Artillerie. Le feu Roy avoit fait venir d'Hollande le sieur Maltus Ingenieur Anglois pour cet effet; Et nous l'avons veu en plusieurs sieges servir principalement aux batteries des Bombes avec beaucoup de succés. A Colioure en l'année 1642, Il en jetta une qui creva la Cisterne & obligea les assiegez à se rendre plûtôt qu'ils n'auroient fait sans cet accident.

Il n'avoit point dans les commencemens toute l'experience qu'il a acquise dans la suite. Au premier siege de Landreci en l'année 1637, sa batterie étoit dans une redoute à l'attaque de Monsieur le Cardinal de la Valette; Et l'on venoit se plaindre à tous momens que les Bombes qu'il pensoit jetter dans la Place, passoient par dessus & alloient tuer du monde dans la tranchée aux attaques de Monsieur de Candale & de Monsieur de la Meilleraye qui étoient aux autres côtés de la Ville.

Il lui arriva même un assés grand malheur pendant ce siege. La curiosité ayant amené dans sa batterie plusieurs Officiers Generaux de l'armée, il tira quelque Bombes en leur presence; mais enfin ayant mis le feu à la fusée d'une Bombe chargée, comme il voulut le mettre à l'amorce de la lumiere du mortier, sa meche se trouva éteinte; il en prit l'épouvante &

2009 Ministerio de Cultura

criant, ſauve qui peut, il ſauta le premier par-deſſus le parapet de la redoute: chacun en voulut faire de même, mais la foule & le deſordre furent ſi grands, que la Bombe crevant dans le mortier & le mettant en mille morceaux, elle tua ou eſtropia beaucoup de gens.

LIV. I. CHAP. II. Premier uſage des Bombes en France par Maltus.

Cet Ingenieur fut tué au dernier ſiege de Gravelines par un malheur tout a fait extraordinaire. Il avoit remarqué un poſte prés de la Contr'eſcarpe des Ennemis où il avoit deſſein de pouſſer ſon travail à l'entrée de la nuit, & voulant le faire voir à l'Officier General, il fit un ſaut dans la trenchée pour en reconoître la ſituation; l'Officier en fit un aprés lui & n'ayant pas aſſés bien reconu l'endroit, il pria Maltus de ſauter encore une fois pour le lui faire mieux remarquer: Maltus le fit & receut en l'air un coup de mouſquet dans la tête. Ce qui fit dire par un eſpece de raillerie, qu'il avoit êté tiré en volant.

Toute ſa ſcience êtoit purement d'Experience. Il n'avoit aucune conoiſſance des Mathematiques, ny d'aucune autre ſcience qui pût lui faire ſçavoir la nature du mouvement des Bombes, & de la ligne courbe qu'elles décrivent dans l'air par leur paſſage, ou de la difference de leurs portées ſuivant les differences de leurs élevations. Il ne pointa jamais ſon mortier que par hazard & en tatonnant, ou pour mieux dire par l'eſtime qu'il faiſoit de l'élognement

2009 Ministerio de Cultura

LIV I. CHAP. II. Premier uſage des Bombes en France par Maltus.

du lieu où il vouloit jetter la Bombe, ſuivant lequel il lui donnoit plus ou moins d'élevation; prenant garde ſi les premiers coups êtoient juſtes ou non, afin de baiſſer ſon mortier, ſi ſa portée êtoit courte; ou le hauſſer, ſi elle alloit au dela de ſon but; ſe ſervant à cet effet d'une eſquerre dont il faiſoit parade; & dont je parleray amplement cy-aprés.

CHAPITRE III.

Il y a des regles certaines pour les Iet des Bombes inconuës aux Bombardiers.

CHAP. III. Il y a des regles certaines pour les Jet des Bombes inconuës aux Bombardiers.

LA plus grande partie des Officiers, qui ſervent preſentement aux batteries des Bombes, ſont des Eleves de Maltus; & je n'en ay encore veu aucun, qui eut autre conoiſſance de cet art que de l'experience de pratique. Ceux qui en ont écrit parmi nous & Maltus lui-même, n'en diſent point d'avantage. Ils veulent que l'on ſçache à peu prés, par la pratique, l'élevation que l'on doit donner au mortier pour le faire porter à la diſtance que l'on ſouhaite; Et que l'on ait le ſoin d'augmenter ou de diminuer cette élevation à proportion que la Bombe ſe trouve plus ou moins élognée ou en deça ou en dela du but.

Mais comme il a des regles certaines & de-

2009 Ministerio de Cultura

monſtratives, fondées ſur la Geometrie & ſur la conoiſſance que l'on a acquiſe de la nature du mouvement des corps jettez, & de la ligne courbe qu'ils décrivent par leur paſſage en l'air; par le moyen deſquelles on peut raiſoner autant juſte que l'on le peut humainement ſur la differente étenduë des portées, non ſeulement des Bombes mais du Canon même en toutes ſortes d'Elevation : & comme on a ſur ce fondement inventé des inſtrumens qui peuvent donner des facilités extraordinaires à l'art de jetter les Bombes.

LIV. I. CHAP. III. Il y a des regles certaines pour le jet des Bombes inconnes aux Bombardiers.

J'ay crû que je ferois ſervice au public ſi j'approfondiſſois cette matiere, recherchant avec ſoin ce qui en a été dit par les Auteurs, & faiſant remarquer ce qu'il y a de faux dans le raiſonnement des uns, & ce que l'on peut recevoir pour aſſuré dans les pratiques des autres.

Il y a peu de matiere phyſique ſur laquelle on ait écrit plus de volumes que ſur la nature du mouvement des corps & dont pourtant on ait eu moins de conoiſſance par le paſſé. Tous les Philoſophes anciens ont fort bien ſceu que les mouvemens des corps qui tombent, & qu'ils ont appellé le mouvement naturel, s'augmentent inceſſament à meſure qu'ils s'élognent du commencement de leur cheute : mais perſonne n'a ſçû dire par quelle proportion ſe fait cette augmentation de viteſſe. Ils ont bien conu que

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. III. Il y a des regles certaines pour le jet des Bombes inconues aux Bombardiers.

les corps jettez en l'air, par un mouvement qu'ils ont appellé violent, y decrivent en paſſant une ligne courbe; mais il n'ont jamais dit de quelle nature eſt cette ligne, & quelles en ſont les proprietés.

CHAPITRE IV.

Sentiment de Tartaglia ſur le jet des Bombes.

CHAP. IV. Sentiment de Tartaglia ſur le jet des Bombes.

NICOLO TARTAGLIA, Mathematicien de la Ville de Breſce dans l'Etat des Venitiens, duquel nous avons parlé cy-devant, & qui vivoit au commencement du ſiecle paſſé, eſt le premier qui a recherché l'un & l'autre, & qui en a voulu faire l'application au mouvement des boulets tirés par le Canon ou par le mortier.

Mais comme il a établi certains principes, de phyſique qui ne ſont pas veritables; Il ne faut pas s'êtoner que ſes concluſions ſoient élognées du veritable genie de la nature. Il a crû qu'il n'y pouvoit avoir de mouvement qui fut compoſé du naturel & du violent; ce qui lui a fait dire que la ligne courbe qu'un boulet, ſortant d'un mortier ou d'une piece d'Artillerie, décrit en paſſant dans l'air, ſe faiſoit en partie par le mouvement violent dont la force va toûjours en diminuant, & en partie par le mouvement naturel

2009 Ministerio de Cultura

turel qui augmente inceſſament de viteſſe à meſure qu'il s'élogne de ſon principe. Ce qui eſt faux dans la ligne que décrivent les Corps jettés dans laquelle ils diminuent inceſſamment de viteſſe.

LIV. I. CHAP. IV. Sentiment de Tartaglia ſur le jet des Bombes.

Il avoit beaucoup medité ſur ce ſujet; & dans le titre du livre que nous avons de lui intitulé *de la ſcience Nouvelle*, il promet de donner l'ordre & la proportion avec laquelle les portées des coups de Canon ou de mortier s'augmentent ou diminuent ſuivant la differente élevation de la piece, & le moyen de calculer toutes les differentes êtendues des même portées ſur la conoiſſance d'un ſeul coup tiré & meſuré. Il eſt vray que dans la ſuite de ſon diſcours il dit que, cette ſcience pouvant contribuer à la ruine & à la perte des hommes, il avoit reſolu de la ſupprimer, ſe reſervant neanmoins la faculté de l'enſeigner de vive voix à ceux qui s'en voudroient ſervir contre les Infideles.

Il a cependant produit pluſieurs choſes nouvelles pour la guerre; & nous pouvons dire en paſſant que c'eſt lui qui s'eſt aviſé le premier d'arondir les flancs de ſes Baſtions en dedans de leur demi-gorge; dont je voy que l'on a renouvellé l'uſage depuis peu parmi nous: Quoi que les raiſons *de Tartaglia* ſoient bien differentes des noſtres.

Les Courtines êtoient extrememment longues

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. IV. Sentiment de Tartaglia sur le jet des Bombes.

de son temps, & les Bastions tres-petits. L'attaque se faisoit alors le plus souvent au milieu de la courtine : ainsi il êtoit bon de disposer le flanc de cette forme, afin que ces pieces pûssent non seulement les flanquer, mais tirer même dans le dos des breches que l'on y auroit faites : à quoy les flancs arondis en dedans font un merveilleux effet, contenant plus de pieces tournées vers la Courtine que les flancs en ligne droite.

Mais apresent que les attaques se font aux faces des Bastions, il me semble que le Canon des flancs doit être principalement tourné de leur côté, & que ceux qui ne voient que la courtine ne sont pas de grand usage : Auquel cas il est faux de dire qu'un flanc arondi contiene plus de Canons voyans la face opposée, qu'un flanc droit ; Et cet usage à mon sens, ne sert qu'à ôter du terrain dans la gorge du Bastion en la resserrant, à diminuer la défence en l'allongeant, & à augmenter inutilement la dépence.

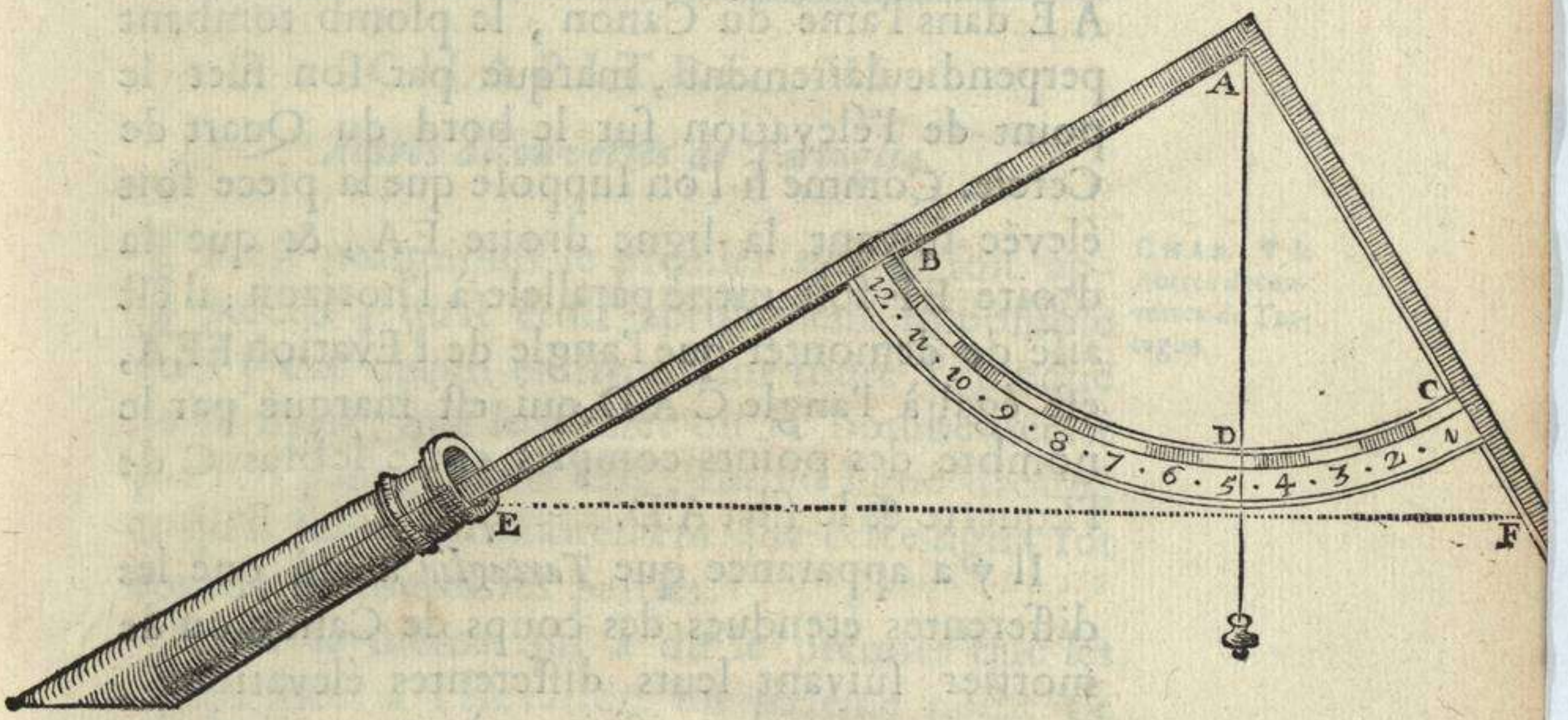
2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. V. Equerre des Canoniers inventée par Tartaglia.

CHAPITRE V.

Equerre des Canoniers inventée par Tartaglia.

C'EST encore le même *Tartaglia* qui eſt l'Inventeur de l'Equerre des Canoniers dont voici la figure.



Elle a deux bras attachez à angles droits, dont l'un eſt plus long que l'autre, afin de pouvoir entrer dans l'ame de la piece que l'on veut pointer. Les bras ſont enfermés d'un quart de Cercle, dont le centre eſt au point où ils ſont joints, & où il a un filet attaché avec un plomb.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. V. Equerre des Canoniers inventée par Tartaglia.

Le quart de Cercle eſt diviſé en 12 parties égales à commencer du côté du plus petit bras : ces parties s'appellent des *points*, & chaque point eſt encore diviſé en 12 autres particules que l'on appelle des minutes : & par ce moyen le quart de Cercle entier eſt diviſé en 144 parcelles.

L'uſage de l'Equerre eſt de meſurer les differentes élevations d'une piece d'Artillerie ou d'un mortier : car mettant le bras le plus long A E dans l'ame du Canon, le plomb tombant perpendiculairement, marque par ſon filet le point de l'élevation ſur le bord du Quart de Cercle. Comme ſi l'on ſuppoſe que la piece ſoit élevée ſuivant la ligne droite E A, & que la droite E F ſoit mené parallele à l'horizon ; il eſt aiſé de demonter que l'angle de l'Evation F E A, eſt égal à l'angle C A D qui eſt marqué par le nombre des points compris entre le bras C de l'Equerre & le filet A D.

Il y a apparance que *Tartaglia* a crû que les differentes étendues des coups de Canon ou de mortier ſuivant leurs differentes élevations, croiſſoient ou decroiſſoient à proportion des points de ſon Equerre ; C'eſt à dire qu'un coup d'une piece pointée au quatriéme point alloit quatre fois plus loin, que lors qu'elle êtoit pointée au premier point ; & deux fois plus loin que lors qu'elle êtoit ſeulement élevée au deuxiéme. Car je ne voy pas que la diviſion

2009 Ministerio de Cultura

de cet inſtrument puiſſe être d'aucun autre uſage.

LIV. I. CHAP. V. Equerre des Canoniers inventée par Tartaglia.

Mais il a été bien trompé s'il a été perſuadé que les portées d'une piece s'augmentoient ou diminuoient ſuivant cet ordre, puiſque nous ſçavons par la raiſon & par l'experience, qu'elles ſuivent une proportion infiniment élognée de celle-la,

CHAPITRE VI.

Autres découvertes de Tartaglia.

CHAP. VI. Autres decouvertes de Tartaglia.

IL eſt neanmoins le premier qui ſe ſoit apperceu, qu'il êtoit abſolument impoſſible qu'il y eut aucun endroit dans toute l'étendüe de la ligne, que le boulet ou la bombe décrit par ſon paſſage dans l'air, fut en ligne droite, & qu'il faloit neceſſairement que cette ligne fut courbe en toutes ſes parties.

C'eſt le même qui a dit le premier que les coups tirés à l'élevation du ſixiéme point de ſon Equerre qui repond à l'angle de 45 degrez, êtoient ceux dont la portée êtoit de plus grande êtendüe, & qu'ils alloient plus loin non ſeulement que les coups tirés lors que la piece êtoit moins élevée comme au quatriême ou au cinquiéme point, mais que ceux même qui partoient d'une élevation au deſſus comme au ſep-

2009 Ministerio de Cultura

L. I. v. I. CHAP. VI. Autres decouvertes de Tartaglia.

tiéme ou huitiéme point & même plus haut.

Il dit que les Canoniers de ſon temps êtoient perſuadez que les coups tirés à deux points au deſſous du ſixiéme, êtoient plus grands que ceux du ſixiéme ; mais qu'ils en avoient été deſabuſés par ſa doctrine & par l'experience, aprés une gageure faite à Verone en l'année 1532, où l'on tira deux coups d'une Coulevrine de vingt livres chargée également de poudre & de balle, l'un ſur l'élevation du ſixiéme point, & l'autre ſur celle de deux points au deſſous.

Il avouë qu'il n'êtoit pas preſent à l'experience & que ce qu'il dit de l'êtendüe de chaque coup, n'eſt que ſur le raport des autres, qui lui firent entendre que le premier coup au ſixiéme point avoit porté à la longueur de 1972 perches Veroneſes qui ſont à peu prés égales à nos toiſes, & l'autre coup au deuxiéme point au deſſous du ſixiéme, à la longueur de 1872.

Surquoy il fait cette reflexion qu'il faut dans la ſupputation de ces deux nombres, qu'il y ſoit arrivé de trois choſes l'une ; ou que l'on n'ait pas meſuré exactement l'êtenduë de ces deux coups ; ou que l'on ne la lui ait pas rapportée au juſte ; ou que la piece au ſecond coup ait été plus chargée ou de meilleure poudre qu'au premier : parce, dit-il, que la raiſon lui fait connoitre que la portée du ſecond coup ne devoit pas être ſi grande à proportion du premier.

2009 Ministerio de Cultura

S'il avoit marqué de combien elle devoit être moindre, nous pourrions tirer quelque conoiſſance de ſes ſentimens ; Mais il ne dit rien de plus.

LIV. I. CHAP. VI. Autres decouvertes de Tartaglia.

Ce qu'il dit neanmoins que le ſecond coup ne devoit pas être ſi grand, eſt veritable ; car l'angle droit de l'Equerre étant partagé en 12 parties égales, chaque point contient 7 $\frac{1}{2}$ deg., & partant l'élevation à deux points au deſſous du ſixiéme eſt à 15 deg. ſous le demy droit, c'eſt à dire à 30 deg. ; ſuivant laquelle la portée ne devoit être au vrai que de 1710 perches, ſi celle de 45 deg. avoit été de 1972.

Cette difference ſi notable me fait conjecturer qu'il y a faute au texte de l'Auteur, & qu'au lieu de deux points au deſſous du ſixiême, il faut lire un point au deſſous du ſixiéme ; Car la portée du ſecond coup de 1872 perches, ſuppoſé que celle du premier coup à l'élevation de 45 degrés fut de 1972, demande l'élevation de prés de 36 deg., qui n'eſt pas élognée de celle du cinquiéme point de l'Equerre, qui eſt un point au deſſous du ſixiéme.

Suppoſant donc, ce qui eſt tres veritable, que les differentes étenduës des coups de volée ne ſuivent point du tout la proportion des points de l'Equerre de *Tartaglia* ; il paroît que pour s'en ſervir avec quelque utilité, il faudroit que le Canonier éprouvât ſa piece élevée à tous les

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. VI. Autres découvertes de Tartaglia.

points & même à toutes les minutes de son Equerre, & qu'ayant exactement mesuré toutes les portées, il se souvint precisement de chacune pour s'en servir quand il auroit besoin de la faire chasser à une distance égale. Deplus il faudroit qu'il se souvint de donner toûjours la même charge & la même poudre à sa piece ; autrement ses experiences seroient inutiles. Et ce qui est de plus incomode, c'est qu'elles ne lui pourroient servir en aucune maniere pour les coups tirés d'une autre piece ; sur laquelle il faudroit qu'il fit de nouvelles épreuves. Desorte que comme il est moralement impossible de faire un art sur la supposition de tant & de si differentes experiences, & dont il est même tres-difficile de se souvenir; Il paroît que cet instrument ne sert à proprement parler qu'à faire parade d'une fausse capacité.

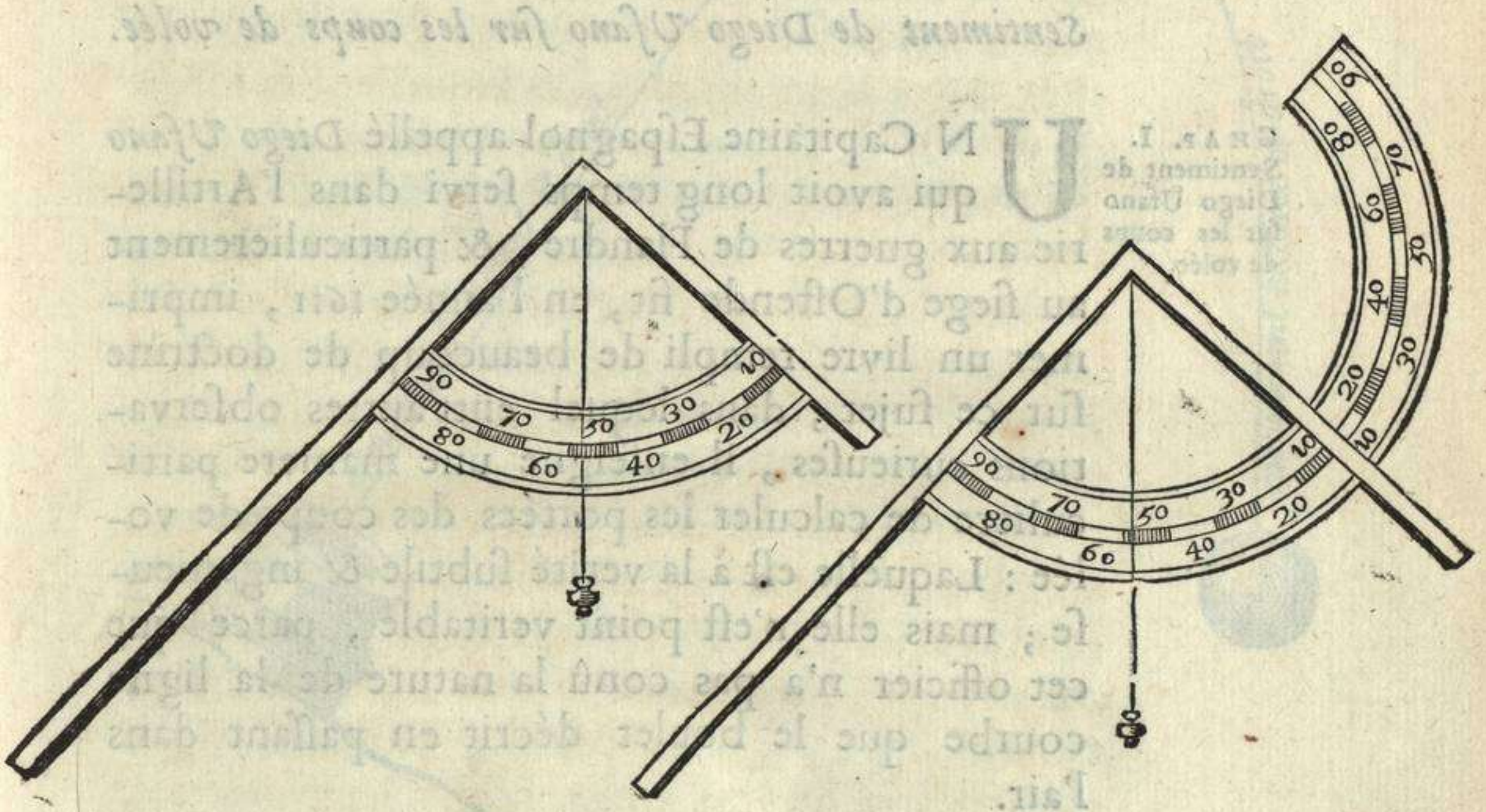
L'utilité que les plus habiles d'entr'eux ont accoutumé d'en tirer, est de remarquer au juste l'élevation des premier coups, qu'ils tirent, comme j'ay dit, sur l'estime de la distance & sur la conoissance qu'il ont à peu prés par la pratique de la portée de leur piece ou de leur mortier. Auquel cas l'Equerre ordinairement divisée par degrez est bien plus universelle & peut servir à beaucoup d'autres usages.

Elle est, comme celle de *Tartaglia* composée de deux bras inégaux à angles droits, dont le plus

2009 Ministerio de Cultura

plus grand sert à mettre dans la piece, ou dans le Mortier. Le quart de Cercle est divisé en 90 degrez à commencer du bras le plus court, & le plomb est attaché par un filet au centre. Quelques uns font passer l'arc de cercle au dela du plus petit bras, afin de s'en servir pour les coups pointés au dessous du rés de chaussée.

LIV. I. CHAP. VI. Autres decouvertes de Tartaglia.



2009 Ministerio de Cultura

Liv. II.

LIVRE SECOND.

Sentimens des Auteurs modernes ſur la nature du jet des Bombes.

CHAPITRE PREMIER.

Sentiment de Diego Ufano ſur les coups de volée.

Chap. I. Sentiment de Diego Ufano ſur les coups de volée.

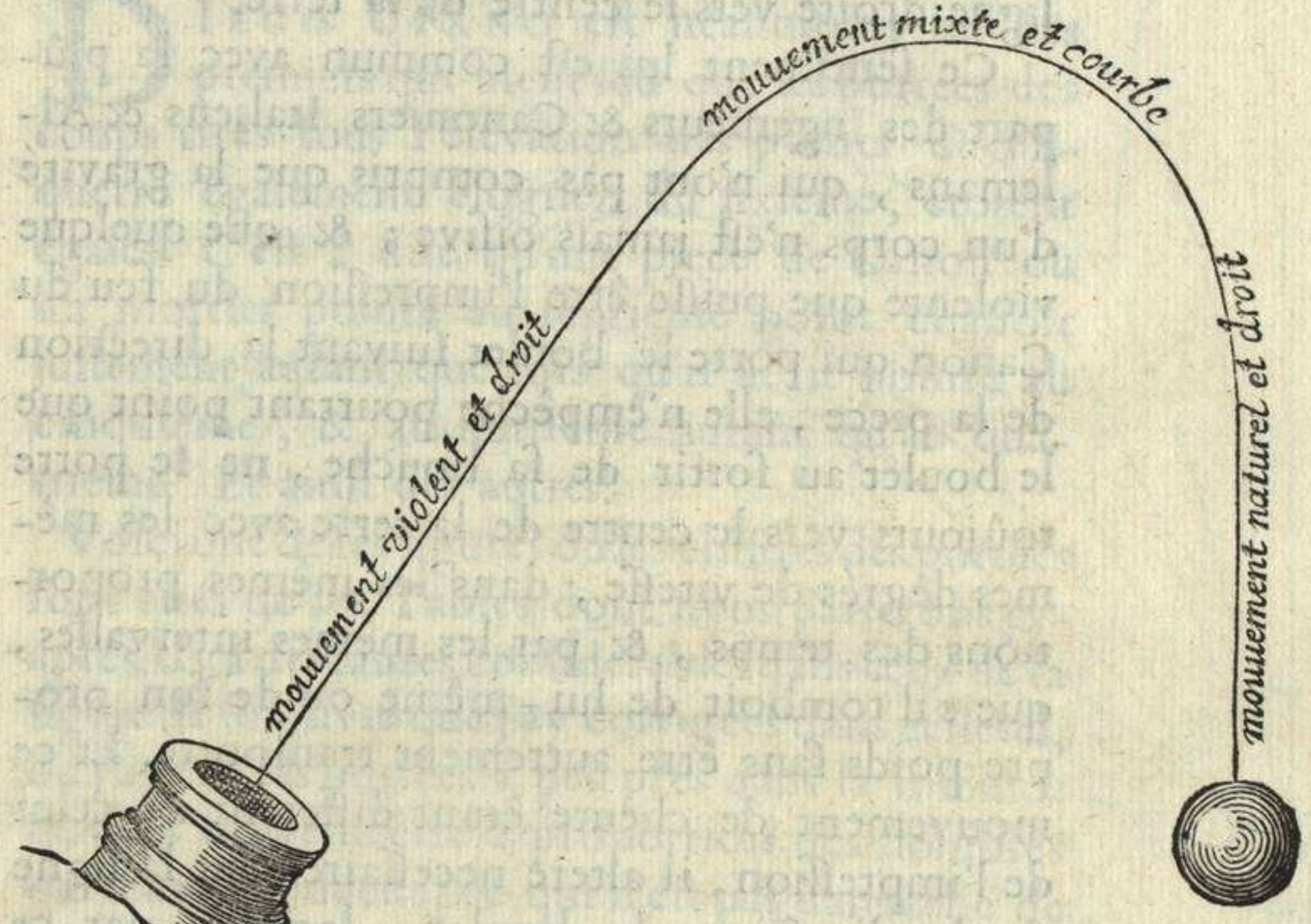
UN Capitaine Eſpagnol appellé *Diego Ufano* qui avoit long temps ſervi dans l'Artillerie aux guerres de Flandre, & particulierement au ſiege d'Oſtende fit, en l'année 1611, imprimer un livre rempli de beaucoup de doctrine ſur ce ſujet, dans lequel entr'autres obſervations curieuſes, il enſeigne une maniere particuliere de calculer les portées des coups de volée : Laquelle eſt à la verité ſubtile & ingenieuſe ; mais elle n'eſt point veritable, parce que cet officier n'a pas conû la nature de la ligne courbe que le boulet décrit en paſſant dans l'air.

Il y diſtingue trois mouvemens, dont le premier qu'il appelle violent eſt en ligne droite, le ſecond qu'il appelle mixte eſt en ligne courbe, & le troiſiéme qu'il appelle mouvement pur ou naturel eſt auſſi en ligne droite. C'eſt à

2009 Ministerio de Cultura

dire qu'il conçoit que la force de la poudre communique au boulet un mouvement qui le porte en ligne droite ſuivant la direction de la piece tant que cette force eſt aſſez grande ; mais lors que ſe rallentiſſant elle vient à être égallée par la peſanteur du boulet, la direction de la ligne ſe change, & elle devient courbe

LIV. II. CHAP. I. Sentiment de Diego Uſano ſur les coups de volée.



2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. I. Sentiment de Diego Ufano sur les coups de volée.

par le mélange des deux impreſſions : Et cette courbe devient droite & perpendiculaire lors que la peſanteur, ayant entierement ſurmonté & même effacé la force imprimée par le feu, elle ſe trouve en liberté de porter le boulet en ligne droite vers le centre de la terre.

Ce ſentiment lui eſt commun avec la plûpart des Ingenieurs & Canoniers Italiens & Allemans, qui n'ont pas compris que la gravité d'un corps n'eſt jamais oiſive ; & que quelque violente que puiſſe être l'impreſſion du feu du Canon qui porte le boulet ſuivant la direction de la piece, elle n'empêche pourtant point que le boulet au ſortir de ſa bouche, ne ſe porte toûjours vers le centre de la terre avec les mêmes degrés de viteſſe, dans les mêmes proportions des temps, & par les mêmes intervalles, que s'il tomboit de lui-même ou de ſon propre poids ſans être autrement tranſporté. Et ce mouvement de cheute étant different de celui de l'impreſſion, il altere neceſſairement la ligne de la direction du boulet, laquelle par ce moyen ne peut jamais être droite comme ils le pretendent. Mais cette matiere ſera cy-aprés expliquée plus particulierement.

2009 Ministerio de Cultura

Liv. II. CHAP. II. Decouvertes du même Ufano.

CHAPITRE II.

Decouvertes du même Ufano.

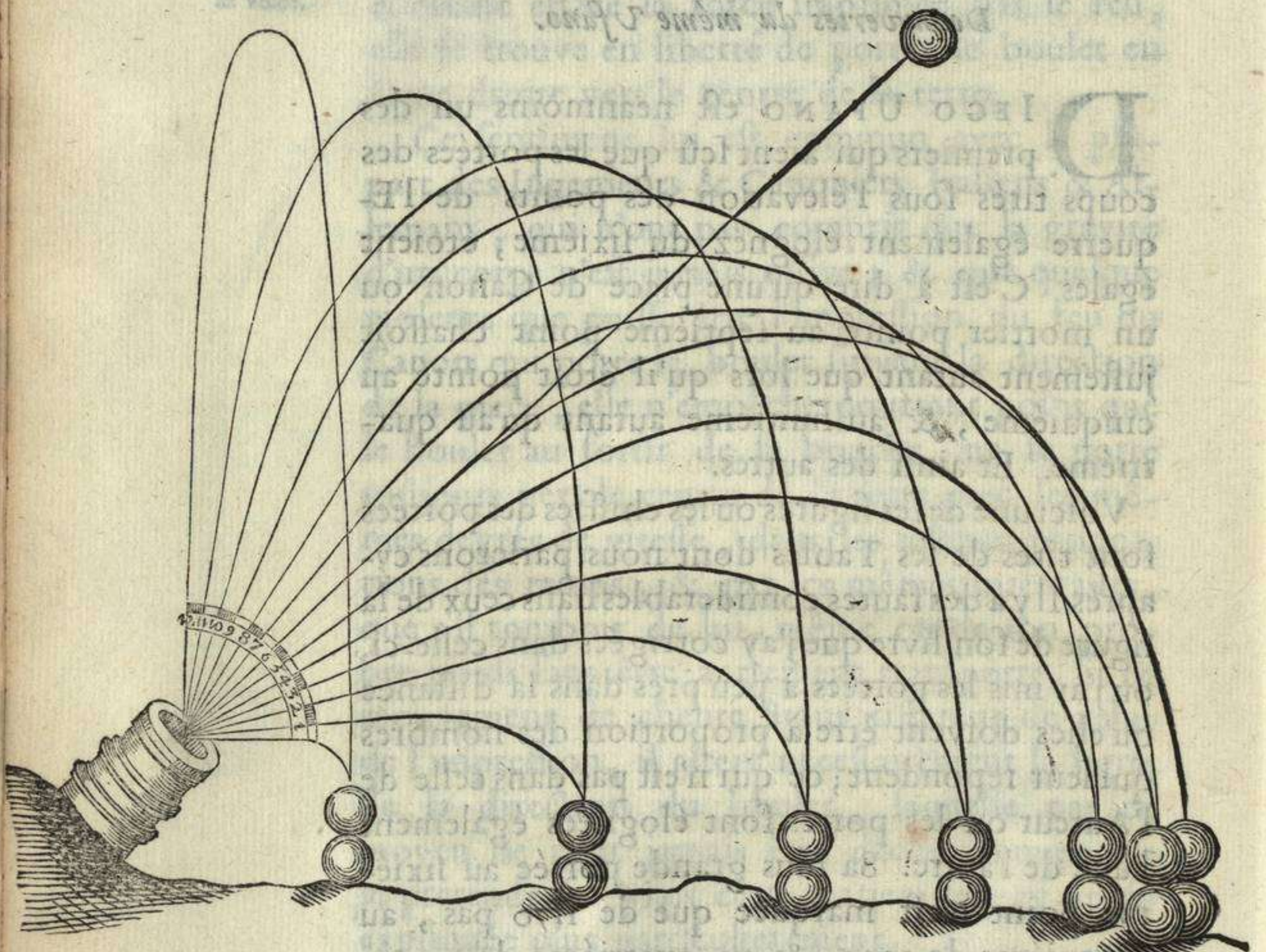
DIEGO UFANO eſt neanmoins un des premiers qui aient ſçû que les portées des coups tirés ſous l'élevation des points de l'Equerre également élognez du ſixiéme, étoient égales. C'eſt à dire qu'une piece de Canon ou un mortier pointé au ſeptiéme point chaſſoit juſtement autant que lors qu'il êtoit pointé au cinquiéme, & au huitiéme autant qu'au quatriéme. Et ainſi des autres.

Voici une de ſes figures ou les chiffres des portées ſont tirés de ſes Tables dont nous parlerons cy-aprés. Il y a des fautes conſiderables dans ceux de la figure de ſon livre que j'ay corrigées dans celle-ci, ou j'ay mis les portées à peu prés dans la diſtance qu'elles doivent être à proportion des nombres qui leur repondent; ce qui n'eſt pas dans celle de l'Auteur où les portés ſont élognées également l'une de l'autre. Sa plus grande portée au ſixiéme point n'eſt marquée que de 1170 pas, au cinquiéme de 1132, & au quatriéme de 1065; au lieu deſquels nombres j'ay mis 1190 pas pour le ſixiéme point, 1162 pour le cinquiéme, & 1085 pour le quatriéme. Je diray les raiſons de ce changement lors que j'auray expliqué la me-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. II. Découvertes du même Ufano.

tode generale qu'il enſeigne pour calculer les portées.



Point de l'ame	200	487	755	937	1085	1162 1190
					1065	1132 1170

Outre les nombres qu'il donne pour les coups élevés aux points de l'Equerre de *Tartaglia*, il donne une ſuite entiere pour les élevations

2009 Ministerio de Cultura

à chaque degré, dans laquelle ſuppoſant, comme il a fait dans ſa figure, que la portée du coup de point en blanc, qu'il appelle le point de l'ame, ſoit de 200 pas à $2\frac{1}{2}$ pieds pour pas ; Il dit qu'à l'élevation d'un degré elle ſera de 244 pas ; à celle de 2 degrés de 287. &c. ceque j'ay reduit en cette table ; dans laquelle il paroît, comme j'ay dit, qu'il a pris les nombres qui ſont dans ſa figure. Car le premier eſt en l'un & en l'autre pour le coup de point en blanc ; Le ſecond au premier point de l'Equerre, qui eſt élevé à $7\frac{1}{2}$ degrés repond ſeulement au 7 deg., de la table ; Le troiſiéme au ſecond point repond, comme il faut, au 15 deg. ; Le quatriéme ſur le troiſiéme point qui eſt élevé à $22\frac{1}{2}$ deg., repond au 22 ; Le cinquiéme ſur le quatriéme point, repond auſſi, comme il faut, à 30 deg. ; Le ſixiéme ſur le cinquiéme point élevé à $37\frac{1}{2}$ degré, repond à

TABLE D'UFANO. LIV. II. CHAP. II. Decouvertes du même Ufano.

degrez.	portées.	
0	200 pas.	
1	244	44
2	287	43
3	329	42
4	370	41
5	410	40
6	449	39
7	487	38
8	524	37
9	560	36
10	595	35
11	629	34
12	662	33
13	694	32
14	725	31
15	755	30
16	784	29
17	812	28
18	839	27
19	865	26
20	890	25
21	914	24
22	937	23
23	959	22
24	980	21
25	1000	20
26	1019	19
27	1037	18
28	1044*	17
29	1056*	16
30	1065*	15
31	1079*	14
32	1082	13
33	1094	12
34	1105	11
35	1115	10
36	1124	9
37	1132	8
38	1149	7
39	1155	6
40	1160	5
41	1164	4
42	1167	3
43	1169	2
44	1170	1
45	1171.	1

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. II. Decouvertes du même Ufano.

37 ; & le dernier ſur le ſixiéme point élevé à 45 deg. repond à 44 deg.

Cette table à des défauts. Le premier eſt que donnant une aſſés grande étenduë à la portée de point en blanc, il en donne autant à celle du douziéme point de l'Equerre, c'eſt à dire lors que la piece eſt pointée perpendiculairement ; Ce qui eſt impoſſible. Car quoy que l'étenduë de point en blanc puiſſe être aucunement conſiderable, tant parce que la piece eſt ordinairement quelques pieds au deſſus du rez de chauſſée, qu'à cauſe que la poudre éleve le boulet au dedans de l'ame du Canon, & fait que ſortant de la bouche il eſt naturellement porté en haut, comme nous l'expliquerons mieux cy-aprés ; l'on ne peut pas dire neanmoins que le boulet d'une piece pointée à plomb puiſſe monter autrement qu'à plomb & deſcendre par un autre chemin que celui par lequel il eſt monté.

L'autre défaut eſt que les nombres ne ſe ſuivent pas par tout avec proportion, & particulierement depuis le nombre qui repond au 29 deg.; car dans tous les chiffres de la table il paroit que leurs differences diminuent également & qu'ils ſont moins élognés l'un de l'autre à meſure qu'il repondent à plus grand nombre de degrez ; cependant la difference des deux nombres 1037 & 1044 qui repondent à 27 & 28 deg.,

2009 Ministerio de Cultura

deg. n'eſt que 7 ; celle des nombres 1044 & 1050 repondans à 28 & 29 deg. n'eſt que 6 ; qui ſont l'une & l'autre beaucoup moindres que la difference des deux nombre ſuivans 1050 & 1065 repondans à 29 & à 30 deg. ; qui eſt 15.

LIV. II. CHAP. II. Decouvertes du même Ufano.

Un autre défaut eſt qu'il ne donne rien pour l'étenduë de la plus grande élevation de 45 deg ; Il dit ſeulement qu'elle doit être d'un pas plus grande que celle de 44 deg. ; & comme la difference des portées à l'élevation de 43 & 44 degrés n'eſt auſſi que d'un pas, il s'enſuit que ces differences ſont égales, c'eſt à dire hors de la proportion de toutes les autres.

Tout ceci me fait preſumer que ni les nombres de cette table ni la regle qui les a produits, ne ſont point de l'invention de cet Auteur ; & qu'il peut être que lui ayant été communiquez d'ailleurs, il les a tranſcrits ſans les bien entendre & avec aſſez de deſordre ; ce qui ſe conoîtra encore mieux dans la ſuite.

CHAPITRE III.

Pratique d'Ufano examinée.

CHAP. III. Pratique d'Ufano examinée.

VOICY cependant cette regle ou pratique, que j'appelle fort ingenieuſe, & qu'il nous donne pour calculer l'étenduë de de tous les coups de volée en toutes ſortes d'é-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. III. Pratique d'Ufano examinée.

levation. Il fait premierement l'épreuve de ſa piece à l'élevation d'un degré, qu'il appelle à raz de metail, dont il meſure l'étenduë. Il en diviſe le nombre des meſures par 50 & multiplie le quotient par 11 ; Le produit eſt ce qu'il nomme la *totale progreſſion*, laquelle il faut ajouter au premier nombre pour avoir l'étenduë du coup à l'élevation de 2 deg., & ainſi de ſuite, en le diminuant neanmoins à chaque fois d'un autre nombre qui lui vient en diviſant cette totale progreſſion par 44.

Ainſi ſuppoſant, comme il dit, que ſa piece élevée à raz de metail ou à un degré, ait porté à 1000 pas; il diviſe 1000 par 50, & le quotient qui eſt 20 multiplié par 11, donne 220 pour le nombre qu'il appelle *la totale progreſſion*, qu'il faut toujours ajouter de degré en degré, le diminuant toute fois à chacun du nombre de 5 qui vient de la diviſion de 220 par 44.

Ceci poſé : l'élevation d'un degré donnant 1000 pas ; celle de deux degrez donnera 1220 ; celle de 3 deg. 1435, qui vient en ajoutant 220 moins 5 ou 215 au precedent 1220 ; celle de 4 deg. 1645 fait en ajoutant 215 moins 5 ou 210 au precedent 1435 ; Celle de 51 degré 1850 provenant de l'addition de 210 moins 5 ou 205 au precedent 1645 ; Et ainſi des autres. Dont j'ay fait la table ſuivante, dans laquelle j'ay mis non ſeulement les degrés depuis un juſqu'à 45 en mon-

2009 Ministerio de Cultura

tant. Mais même ceux qui leur repondent depuis 90 juſqu'à 45 en deſcendant. J'ay auſſi mis à côté les differences qui diminuent de cinq à chaque degré.

La table precedente a été tirée de la même regle, ce que Ufano n'a peut-être pas compris; il faut ſeulement poſer que la portée de 200 pas qu'il dit être celle de but en blanc, & qu'il appelle le point de l'ame, eſt celle de l'élevation d'un degré ou à raz de metail; Car par ce moïen diviſant 200 par 50 & multipliant le quotient 4 par 11, vous aurez 44 pour le nombre de *la totale progreſſion*, lequel étant diviſé par 44 donne 1 pour le nombre qu'il faut ôter de la progreſſion à chaque degré.

Ainſi poſant 200 pour 1 degré, nous aurons 244 pour 2 degrez; & pour 3 degrez 287 qui vient de l'addition de la progreſſion 44 moins 1 ou 43, au nombre precedent 244; Pour 4 degrez 329 en ajoutant 43 moins 1 ou 42, au precedent 287; & pour 5 degrez 370 en ajoutant 42 moins 1 c'eſt à dire 41, au nombre precedent 329; Et ainſi des autres.

Par ce moyen l'on conoît la plus grande êtenduë à l'élevation de 45 deg. proportionnée à toutes les autres. Deplus l'on decouvre l'erreur qui s'eſt faite dans la ſuite des nombres de la table de l'Auteur, qui repondent au 29 deg.: Car au lieu de 1044 qui n'eſt élogné que de 7

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. III. Pratique d'Ufano examinée.

TABLES SUR L'HYPOTHESE D'UFANO.

degrez	portées	differ.
90	0	0
89	1000	0
88	1220	220
87	1435	215
86	1645	210
85	1850	205
84	2050	200
83	2245	195
82	2435	190
81	2620	185
80	2800	180
79	2975	175
78	3145	170
77	3310	165
76	3470	160
75	3625	155
74	3775	150
73	3920	145
72	4060	140
71	4195	135
70	4325	130
69	4450	125
68	4570	120
67	4685	115
66	4795	110
65	4900	105
64	5000	100
63	5095	95
62	5185	90
61	5270	85
60	5350	80
59	5425	75
58	5495	70
57	5560	65
56	5620	60
55	5675	55
54	5725	50
53	5770	45
52	5810	40
51	5845	35
50	5875	30
49	5900	25
48	5920	20
47	5935	15
46	5945	10
45	5950	5

deg.	portées	differ.
90	0	0
89	200	0
88	244	44
87	287	43
86	329	42
85	370	41
84	410	40
83	449	39
82	487	38
81	524	37
80	560	36
79	595	35
78	629	34
77	662	33
76	694	32
75	725	31
74	755	30
73	784	29
72	812	28
71	839	27
70	865	26
69	890	25
68	914	24
67	937	23
66	959	22
65	980	21
64	1000	20
63	1019	19
62	1037	18
61	1054*	17
60	1070*	16
59	1085*	15
58	1099	14
57	1112	13
56	1124	12
55	1135	11
54	1145	10
53	1154	9
52	1162	8
51	1169	7
50	1175	6
49	1180	5
48	1184	4
47	1187	3
46	1189	2
45	1190	1

2009 Ministerio de Cultura

du precedent 1037, il faut mettre 1054 afin que la difference ſoit 17; & au lieu de 1050 qui vient aprés, il faut mettre 1070; Et 1085 au lieu de 1065; & ainſi des autres, comme on le voit dans la ſeconde Table que j'ay corrigée & faite pour ce ſujet, ou les nombres & les differences ſont marquées.

J'ay dit que cette regle êtoit ſubtile & ingenieuſe, mais qu'elle n'êtoit point veritable; Parce que l'on a reconu par l'experience & par la raiſon, que les coups de volée d'un Canon ou d'un mortier ſelon les differentes élevations, ſuivent une proportion beaucoup élognée de celle-cy. Car poſé que le coup au premier degré ſoit de 1000 meſures; Il ſera de 2000 à deux degrez qui eſt bien loin de 1220; de 2991 au troiziéme deg. au lieu de 1435; de 28653 au quarante cinquiéme deg. qui eſt plus de cinq fois 5950 & ainſi des autres.

Ainſi poſant que le coup au premier degré ſoit de 200 pas; au ſecond il ſera de 400 & non pas de 244; au troiziéme de 595 au lieu de 287; au quarante-cinquiéme de 5730 au lieu de 1190; Et ainſi du reſte, dont j'ay mis ici les deux tables par avance, afin que les comparant aux precedentes, l'on en puiſſe mieux reconoître les deffauts; qui paroîtront encore plus clairement, lors que l'on aura bien compris ce que je diray cy-aprés de la nature du mouvement.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. III. Pratique d'Ufano examinée.

PORTEES VERITABLES SUR LES POSITIONS D'UFANO.

degrez	portées	portées
90	0	0
89	1	1000
88	2	2000
87	3	2991
86	4	3986
85	5	4974
84	6	5957
83	7	6931
82	8	7897
81	9	8854
80	10	9799
79	11	10733
78	12	11307
77	13	12559
76	14	13449
75	15	14327
74	16	15186
73	17	16023
72	18	16842
71	19	17642
70	20	18412
69	21	19175
68	22	19897
67	23	20605
66	24	21292
65	25	21948
64	26	22579
63	27	23180
62	28	23754
61	29	24301
60	30	24811
59	31	25298
58	32	25757
57	33	26117
56	34	26567
55	35	26922
54	36	27152
53	37	27541
52	38	27805
51	39	28029
50	40	28218
49	41	28372
48	42	28496
47	43	28584
46	44	28636
45.		28653

degrez	portées.	portées.
90	0	0
89	1	200
88	2	400
87	3	595
86	4	797
85	5	994
84	6	1190
83	7	1386
82	8	1578
81	9	1770
80	10	1958
79	11	2146
78	12	2272
77	13	2510
76	14	2688
75	15	2864
74	16	3036
73	17	3204
72	18	3368
71	19	3528
70	20	3682
69	21	3834
68	22	397
67	23	4120
66	24	4258
65	25	4388
64	26	4514
63	27	4636
62	28	4750
61	29	4860
60	30	4962
59	31	5058
58	32	5150
57	33	5234
56	34	5312
55	35	5384
54	36	5450
53	37	5508
52	38	5560
51	39	5604
50	40	5642
49	41	5674
48	42	5698
47	43	5716
46	44	5726
45.		5730

2009 Ministerio de Cultura

CHAPITRE IV.

Pratique de Louïs Collado examinée.

LA pratique manuelle de l'Artillerie de Louïs Collado Ingenieur du Roy d'Eſpagne dans le Milanois, avoit été imprimée quelque temps avant le livre de Diego Ufano dont nous venons de parler. Cet auteur fait un Chapitre dans ſon troiſiéme livre, de la maniere de tirer des balles avec le mortier; dans lequel il explique principalement la neceſſité qu'il y a d'en fortifier les affuts, à cauſe que les mortiers ne reculant point comme les pieces de Canon, c'eſt aux affuts à porter tout l'effort du coup. Puis ayant fait voir comme il faut les charger, il dit que leur uſage n'eſt point pour battre des murailles ny pour tirer de point en blanc, mais bien pour élever de telle maniere la balle en haut par un mouvement violent & forcé, que venant à tomber de ſon mouvement naturel, elle puiſſe nuire aux ennemis dans l'endroit que l'on deſire; ce qui ne ſe fait, dit-il, que par le moyen des *points de l'Equerre* & donnant à la piece ou au mortier l'élevation que demande la choſe à laquelle on tire, qui eſt une pratique que l'on laiſſe *au jugement d'un bon Canonier.*

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. IV. Pratique de Loüis Collado examinée.

Il croyoit ce que la plûpart des Canoniers ont crû devant & aprés lui, que le boulet au ſortir de la bouche du Canon marchoit en ligne droite tant que la force de l'impreſſion de la poudre étoit plus grande que celle de ſa peſanteur, & qu'il décrivoit une ligne courbe auſſi-tôt que le poids pouvoit contrebalancer la force mouvante ; laquelle courbe degeneroit enfin en ligne droite & perpendiculaire, quand le poids ſe trouvoit le plus fort. Il a ſçû que la plus grande portée d'une piece étoit au ſixiéme point de l'Equerre ; mais il a crû que celles des points au deſſus étoient moindres que celles des points qui leur repondent au deſſous.

Il rapporte même une experience, qu'il a faite avec un fauconneau de trois livres de balle élevé ſuivant les divers points de l'Equerre, ſur laquelle il conſeille les Canoniers de ſe regler pour les portés de toutes leurs pieces. Il dit donc que ſon fauconneau pointé à niveau de l'ame à chaſſé 368 pas ; au premier point de l'Equerre 326 pas au dela, qui font, dit-il, en tout 594; au ſecond point 200 pas deplus, qui font en tout 794; au troiſiéme point 160 pas deplus, & en tout 954 ; au quatriéme point 56 pas au dela, & en tout 1010 ; au cinquiéme point 30 pas deplus, & en tout 1040; Et au ſixiéme point ſeulement 13 pas au dela qui font en tout 1053 pas pour la plus grande portée.

Il

2009 Ministerio de Cultura

Il ne rapporte point les nombres des pas des portées de ſon fauconneau êlevé au deſſus du ſixiéme point ; il dit ſeulement qu'au ſeptiéme point ſa balle chût pluſieurs pas en deça de la portée du ſixiéme ; au huitiéme point elle tomba entre la portée du troiſiéme & du ſecond point ; au neuviéme point entre celle du ſecond & du premier. Et qu'au dixiéme point la balle chût tout prés de la piece.

LIV. II. CHAP. IV. Pratique de Loüis Collado examinée.

Je ne m'arreteray pas à raiſonner ſur le rapport de cet Auteur & ſur le peu de ſeureté qu'il y a à ces experiences. Je diray ſeulement en paſſant qu'il y a faute dans les chiffres de ſes nombres, & qu'il faut qu'au premier point de l'Equerre ſa piece n'ait pas chaſſé, comme il dit, 326 pas plus loin qu'elle n'avoit à niveau de l'ame ; mais ſeulement 226 pas, parce que 368 & 326 ne font pas, comme il dit, 594 mais bien 694.

CHAPITRE V.

Sentiment de Rivaut de Flurance.

CHAP. V. Sentiment de Rivaut de Flurance.

IL parut au commencement de ce ſiecle un livre des êlemens de l'Artillerie compoſé par un nommé Rivaut de Flurance ; qui pretend demontrer la plûpart des effets du Canon ſur les principes de la Philoſophie d'Ariſtote ; il y enſeigne une doctrine particuliere pour la diffe-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. V. Sentiment de Rivaut de Flurance.

rence des portées d'une piece ſuivant ſes differentes inclinations ; laquelle eſt tellement élognée de la verité & de la raiſon, que je ne voudrois pas m'arrêter à y contredire ; ſi je ne craignois que l'authorité de celui qui l'a produite, ne peut faire impreſſion ſur l'eſprit de ceux qui ne ſont pas capables d'en bien juger.

Car cet Auteur eſt le même David Rivaut de Flurance qui nous a depuis donné une traduction Latine des ouvrages Grecs d'Archimede avec quelques commentaires, où il prend le nom de Precepteur du Roy Louïs treize, à qui, comme je crois, il avoit enſeigné les Mathematiques.

C'étoit un homme d'une tres-grande Erudition, qui avoit leu une infinité de bons livres, qui avoit une connoiſſance parfaite de la langue Grecque & des autres langues Orientales : Il avoit étudié plus que mediocrement aux Mathematiques ; Et c'eſt un malheur pour lui d'avoir entrepris de travailler ſur les ouvrages d'Archimede & de n'avoir pas conû que ſes forces n'étoient pas ſuffiſantes pour un ſi grand fardeau.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. VI. Origine des Arquebuſes à vent.

CHAPITRE VI.

Origine des Arquebuſes à vent.

JE crois devoir dire ici en paſſant qu'il donne dans ſon livre des êlements de l'Artillerie, la figure & la conſtruction d'une Arquebuſe à vent qui avoit êté inventée par un nommé *Marin Bourgeois de Lizieux* & preſentée au Roy Henry le Grand ; afin de deſabuſer ceux qui ont crû que l'on en devoit le ſecret à des ouvriers d'Hollande qui en ont debité depuis lui.

CHAPITRE VII.

Pratique de Rivaut examinée.

CHAP. VII. Pratique de Rivaut examinée.

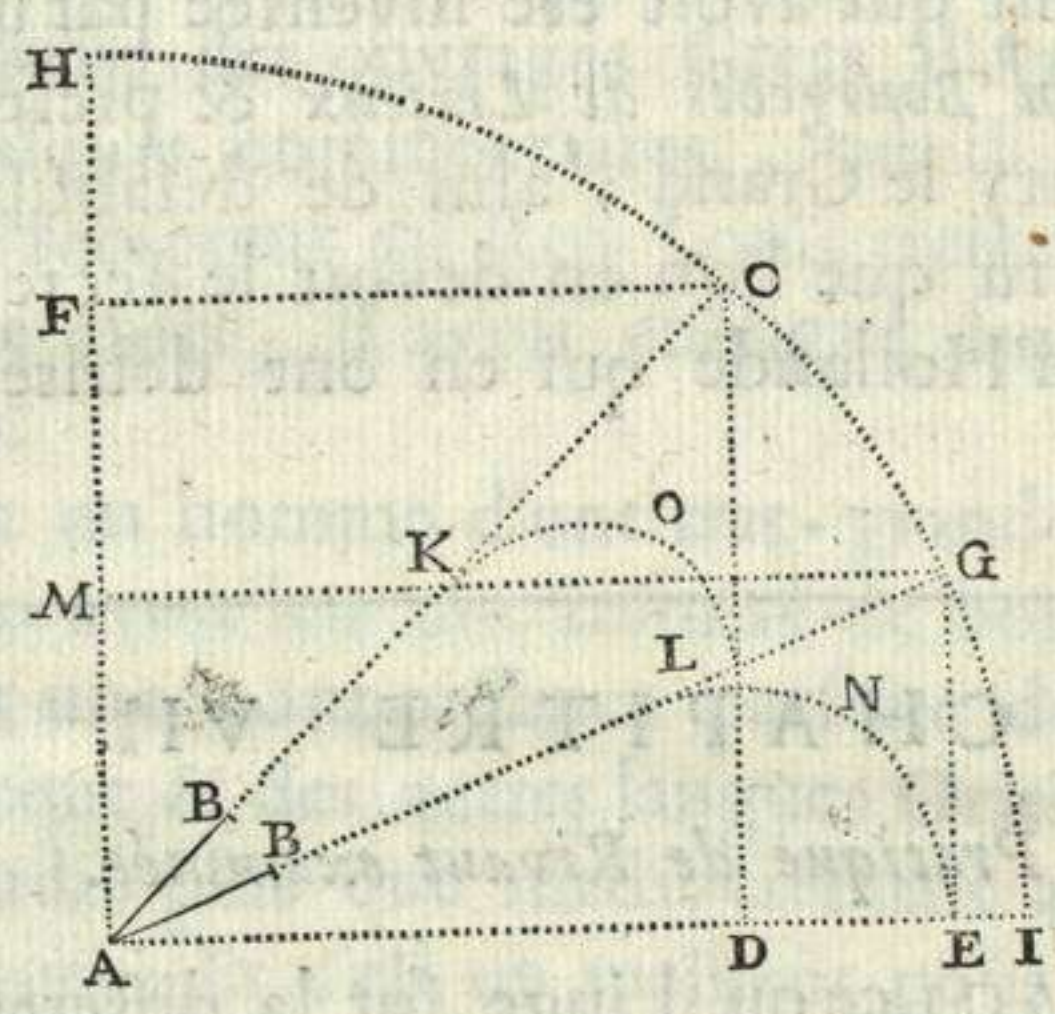
VOICI ce qu'il juge ſur la difference des portées du Canon. Il en diſtingue de trois ſortes qu'il appelle *la portée du point en blanc*, *la portée moyenne & la portée morte.* La portée du point en blanc eſt, dit-il, la ligne droite que la balle décrit juſqu'à ce que ſa peſanteur commence à vaincre la force mouvante & decliner en l'arc de ſa chûte. La portée moyenne eſt la ligne de la portée de point en blanc conduite droit juſqu'à ce qu'elle rencontre la

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. VII. Pratique de Rivaut examinée.

perpendiculaire êlevée ſur l'horizon au point ou la balle eſt tombée. La portée morte eſt la diſtance entre le Canon & le lieu où la balle eſt tombée à terre. Ce qu'il explique par cette figure.

Le Canon AB eſt pointé ſuivant les angles IAC ou IAG : le boulet ſortant de ſa bouche marche, dit-il, en ligne droite juſqu'en K ou en L, où la peſanteur commençant à vaincre la



force mouvante, il commence à marcher par la ligne courbe KO, ou LN & tomber enſuite aux points D&E; d'où élevant des perpendiculaires DC & EG qui rencontrent en C & en G les droites AK & AL prolongées ; il dit que la ligne droite AK ou AL eſt *la portée de point en blanc*; AC ou AG *la portée moyenne*; & AD ou AE *la portée morte.*

Enſuite aprés avoir dit que les portées de

2009 Ministerio de Cultura

point en blanc ne ſe peuvent conoître que par l'experience & en reculant ou avançant la piece juſqu'à ce qu'êtant pointée au niveau de l'ame, elle chaſſe preciſement à un but determiné ; il ſuppoſe par maniere de Petition que la portée moyenne ſoit la même dans toutes les élevations, d'où il conclud que les portées mortes ſont entr'elles comme les ſinus du complement des angles dans leſquelles la piece eſt êlevée. C'eſt à dire que la portée A E de la piece élevée en I A G, eſt à la portée A D de la même piece êlevée en I A C, comme le ſinus du complement de l'angle I A G, eſt au ſinus du complement de l'angle I A C.

LIV. II. CHAP. VII. Pratique de Rivaut examinée.

Car ſuppoſé que les droites A C & A G qui ſont les portées moyennes, ſoient égales, ainſi qu'il le demande, le Cercle I G C H decrit du centre A, paſſera par G & par C ; & les perpendiculaires G E & C D ſeront les ſinus des angles I A G & I A C, & les droites G M & C F ſeront les ſinus de leurs complemens ; mais les droites G M & C F ſont êgales aux portées mortes A E & A D ; donc les portées mortes ſont entr'elles comme les ſinus de complement des angles de leurs inclinations. Ce qui eſt vray ſur cette hypotheſe que les portées moyennes A G & A C ſoient êgales ; Mais comme c'eſt une ſuppoſition fauſſe, il ne faut pas s'êtonner de la fauſſeté de la concluſion.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. VII. Pratique de Rivault examinée.

Et ſans m'arrêter à une plus longue diſcuſſion, il ſuffit de prendre garde que par ce raiſonnement toutes les portées depuis celle du niveau de l'ame juſqu'à celle du ſixiéme point, vont toûjours en diminuant; Car la portée A I du niveau de l'ame eſt plus grande que la portée A E qui eſt de la piece élevée par exemple au troiſiéme point; & la portée A E plus grande que A D à l'élevation du ſixiéme point; Et ainſi des autres. Ce qui eſt abſolument faux : Et l'experience nous fait voir que les portées vont toûjours en augmentant juſqu'au ſixiéme point, c'eſt à dire juſqu'à l'élevation de 45 degrez; aprés lequel elles diminuent juſqu'à celle de 90 degrez qui eſt du douziéme point de l'Equerre, mais avec une proportion extrêmement élognée de celle des ſinus de complement des angles de leurs inclinations.

CHAPITRE VIII.

Le grand Art de l'Artillerie de Siemienowski.

CHAP. VIII. Le grand Art de l'Artillerie de Siemienovſki.

CAZIMIR SIEMIENOWSKI Gentilhomme Polonois & autrefois Lieutenant General de l'Artillerie de Pologne, à recherché avec un ſoin incroyable ce qui pouvoit appartenir à ce ſujet, dont il a fait un excellent livre en langue latine appellé *le grand Art de l'Ar-*

2009 Ministerio de Cultura

tillerie. La premiere partie en a été imprimée en Hollande en l'année 1650, & nous n'aurions peut-être rien à desirer sur cette matiere si la seconde partie avoit été donnée au public. Car il dit dans son avant propos que cette partie est pleine d'une infinité de belles conoissances, dont celles-cy, qui sont à nôtre sujet, ne sont pas les moins considerables ; Promettant d'enseigner à fond l'Art de pointer le Canon & lui donner les élevations ou depressions necessaires pour les faire chasser à une distance donnée, & de sçavoir à quelle distance il portera suivant ses differentes élevations.

LIV II. CHAP. VIII. Le Grand Art de l'Artillerie de Siemienovski.

Il promet dans le second Livre une doctrine complete des mortiers, de leur origine, de leurs diverses figures, de leur usage, & des tables pour la proportion des portées en toutes sortes d'élevations. Mais toutes ces belles assurances sont vaines si cette seconde partie ne tombe un jour entre les mains de quelque personne qui veüille bien que le public en profite.

CHAPITRE IX.

Pratique de Daniel Elrich examinée.

JE pensois avoir recouvré ce tresor dans un Livre qui me fut dernierement envoyé du Grand Art de l'Artillerie traduit en Allemand

CHAP. IX. Pratique de Daniel Elrich examinée.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. IX. Pratique de Daniel Elrich examinée.

avec un ſupplement de la ſeconde partie, que je croïois être celle que l'Auteur nous avoit promiſe : Mais je me ſuis trouvé bien loin de mes eſperances, lors qu'en le liſant j'ay conu que ce ſupplement n'étoit pas de Siemienowſki, mais d'un autre appellé Daniel Elrich Maître Canonier ou Capitaine d'Artillerie de la Ville de Francfort ſur le Mein, où ce Livre a été imprimé en l'année 1676.

Ce n'eſt pas qu'il n'y ait beaucoup de bonnes choſes dans cet Ouvrage ; mais au ſujet des Bombes, il n'y a rien qui puiſſe nous ſatisfaire. Quoique, dans le ſixiéme Chapitre de ſon ſixiéme Livre, il diſe que pour ſe ſervir utilement du mortier, il y faut employer l'Equerre, qui dans ſa figure eſt un Quart de Cercle diviſé en 90 degrés qu'il appelle points de 10 en 10. Pour cet effet il veut que l'on faſſe une croix de deux tringles de bois polies, à angles droits l'une ſur l'autre, & égales au diametre du mortier, pour pouvoir être placée horizontalement à fleur de ſa bouche ; puis ayant fait un trou dans cette croix, il y fait entrer une pointe qui eſt à l'un des côtez du quart de cercle continué au deſſous de ſa circonference, afin que ce côté de l'Inſtrument ſoit par ce moïen perpendiculaire à la bouche du mortier, & partant parallele à la ligne de l'ame.

Aprés quoi il dit que le mortier êtant ſitué à plomb,

2009 Ministerio de Cultura

plomb, la balle tombera à deux ou trois pas de l'affût: Quoy qu'il y en ait, dit-il, qui veulent qu'elle tombe precisement dans le mortier. Puis l'inclinant à l'angle de 10 deg. qu'il appelle le premier point, la balle s'en élognera à la distance de 200 pas; parce, dit-il, qu'il faut donner 20 pas pour chaque degré. A l'onziéme degré 220 pas. Au douziéme 245. Au treiziéme 265. Au quatorziéme 290. Au quinziéme 305. Au seiziéme 330. Au dixseptiéme 345. Au dixhuitiéme 370. Au dixneuviéme 400. Au vintiéme 430: Car il faut, dit-il, sçavoir que le jet devient plus bas à mesure que le mortier est panché, & chasse par consequent la balle par un plus grand Arc. Au troisiéme point qui est à 30 deg., la balle tombe à 775 pas. Au quatriéme c'est à dire à 40 deg., elle tombe à 935. Et si le Mortier est incliné à l'angle de 42 degrez, il fait alors le plus grand des jets de la balle qui est de 1050 pas. Quand il est panché au dela de 42 deg. jusqu'au sixiéme point qui est de 60 deg., la portée en est racourcie & la balle tombera comme elle a fait au quatriéme point ou à 40 deg., à la distance de 935 pas. Au septiéme point comme au troiziéme. Au huitiéme comme au premier. Et si on l'incline jusqu'à 90 deg.; Ce sera, dit-il, *un tir de noyaux*, & la balle ne s'arrêtera pas seulement dans le mortier en cette situation: Comme le tir à plomb s'éleve con-

LIV. II. CHAP. IX. Pratique de Daniel Elrich examinée.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. IX. Pratique de Daniel Elrich examinée.

tinuellement en l'air juſqu'à ce qu'il ſoit repouſſé en arriere par ſa peſanteur qui le fait retomber auprés du mortier.

Voila toute la doctrine de cet Auteur que j'ay voulu comprendre dans cette Table où les portées ſont marquées comme il l'ordonne à côté des degrez de l'Equerre. Surquoi il y a diverſes choſes à conſiderer. La premiere eſt que le jet au douziéme degré ſurpaſſant celui de l'onziéme de 25 pas ; Celui du treiziéme ne ſurpaſſe ſon precedent au douziéme que de 20 pas. Et celui du quatorziéme ſurpaſſant le treiziéme de 25 pas ; Celui du quinziéme n'excede ſon precedent au quatorziéme que de 15 pas. Ainſi le ſeiziéme ſurpaſſant le quinziéme de 25 pas; le dixſeptiéme ne ſurpaſſe le ſeiziéme que de 15 pas. Qui ſont des irregularitez que la nature du jet des Bombes ne ſouffre pas ; qui veut que les diſtances augmentent toûjours dans une certaine proportion depuis 1 degré juſqu'à 45 ; d'où elles diminuent dans le même ordre juſqu'à 90. En ſecond lieu il établit la plus grande portée à l'angle de 42 deg., quoi qu'en effet elle ne ſoit dans ſa plus grande étenduë qu'à 45. Il paroit enfin qu'il s'eſt fort trompé quand il dit qu'au ſixiéme point, que l'on ne peut pas prendre autrement qu'à l'angle de 60 deg., la balle tombe à la même diſtance où elle étoit tombée au quatriéme ; Et au ſeptiéme comme au troizié-

2009 Ministerio de Cultura

	PORTEES D'ELRICH.		VRAYES.	
	degrez	Pas	Pas de 5 pieds.	
	1	20	20	1 1/2
	2	40	40	4
	3	60	61	
	4	80	81	2
	5	100	101	3
	6	120	121	3
	7	140	141	2 1/2
	8	160	159	2 1/2
	9	180	180	2 1/2
1.	10	200 (20)	200	
	11	220 (25)	219	
	12	245 (20)	237	4
	13	265 (25)	256	2
	14	290	274	3
	15	305 (15)	292	2
	16	330 (25)	309	4
	17	345 (15)	327	3
	18	370 (25)	343	1
	19	400 (30)	360	
2	20	430	375	4
3	30	775	506	2 1/2
4	40	935	575	4
	42	1050	581	3
	45		584	4
6	60	935	506	2 1/2
7	70	775	375	4
8	80	220	200	

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. IX. Pratique de Daniel Elrich examinée.

me. Ce qui eſt manifeſtement contraire à la raiſon & aux experiences, qui marquent que la portée au quatriéme point eſt la même que celle du cinquiéme ; celle du troiziéme égale à celle du ſixiéme ; celle du ſecond à celle du ſeptiéme ; celle du premier à celle du huitiéme, comme il dit ; Et enfin celle du neuviéme ou de 90 deg., à celle de 0 c'eſt à dire à la perpendiculaire.

Et pour faire mieux conoître de combien cette doctrine s'élogne de la verité, j'ay ajouté dans cette Table les veritables portées en pas & en pieds à cinq pieds pour pas, que je prens pour pas Geometriques ; ſuppoſant, comme il a fait, que la portée au premier point, c'eſt à dire à 10 degrés fut de 200 pas. Où il faut remarquer que je n'ay pas été ſcrupuleux dans les fractions, que j'ay priſes pour rien quand elles ſe ſont trouvées moindres qu'un tiers de pied ; pour un pied quand elles ont été au deſſus des deux tiers ; Et pour un demi pied quand elles ſe ſont rencontrées entre ces deux termes.

2009 Ministerio de Cultura

CHAPITRE X.

Sentiment de Galée.

LE Pere Merſene Minime rapporte dans un traité qu'il a fait ſur cette matiere, qu'il appelle *de la Baliſtique*, qu'un nommé Galée autre fois Ingenieur de l'Archiduc Albert & du Marquis de Spinola, lui avoit donné un écrit de ſa main qui contenoit diverſes obſervations ſur les portées du Canon.

Cet homme croyoit, comme pluſieurs autres, que le boulet au ſortir de la piece faiſoit beaucoup de chemin en ligne droite, ce qu'il appelloit la portée de point en blanc; aprés quoy ſa route ſe changeoit en courbe juſqu'à ce qu'il fut à terre. Il appelloit l'étenduë entiere depuis la bouche du Canon juſqu'au point de ſa chûte ſur le plan de l'horiſon la portée morte; & par les experiences qu'il avoit faites il pretendoit que la portée de point en blanc êtoit à peu prés la moitié de la portée morte.

Il diſoit qu'aux gros Canons la portée de point en blanc de niveau, étoit à celle de la plus grande volée, qui ſe faiſoit au ſixiéme point de l'Equerre c'eſt à dire ſous l'angle de 45 degrez, à peu prés comme 1 à 11; Q'aux de-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. X. Sentiment de Galée.

mi Canons elle êtoit comme 1 à 10 $\frac{1}{2}$; Et qu'aux petites pieces elle n'êtoit que comme 1 à 10. D'où il conclud que la portée morte de niveau eſt à celle de la plus grande volée dans les gros Canons à peu prés comme 1 à 6, ou comme 1 à 5 aux petites pieces; Et que la portée de niveau êtoit à celle qui ſeroit faite ſur l'élevation d'un degré comme 5 à 6, ou au plus prés comme 53 à 67, ou bien comme 14 à 17.

Il aſſûroit qu'aux coups de la plus grande volée ſous l'élevation de 45 degrez, la portée de point en blanc, c'eſt à dire l'êtenduë dans laquelle le boulet marche en ligne droite, eſt à la portée de point en blanc horizontale comme 5 à 1, ou au moins comme 9 à 2. Et que continuant enſuite à monter, ſa plus grande hauteur perpendiculaire n'eſt pas, ainſi que *Tartaglia* la crû, quadruple mais bien prés de quintuple de la portée de point en blanc horizontale. Deplus que cette plus grande hauteur perpendiculaire n'eſt pas élognée de la bouche du Canon d'une diſtance ſeulement ſextuple, mais preſque ſeptuple de la même portée.

Cet Ingenieur s'eſt bien douté que la ligne que le boulet décrit dans la plus grande volée êtoit ou Hyperbolique ou Parabolique, non pas qu'il eut jamais fait aucun raiſonnement approchant des cauſes & de la nature de cette ligne, mais ſeulement à l'œil & par la force de ſes obſervations.

2009 Ministerio de Cultura

Au reſte il donne à l'étenduë du plus grand coup de volée d'un Canon 16200 pieds; Et comme il ſuppoſe ainſi que nous avons dit, que la portée morte horizontale eſt à cette plus grande portée comme 1 à 6; il ſenſuit par ſon calcul que cette portée morte qui ſe fait de niveau & ſans aucune élevation eſt de 2700 pieds.

LIV. II. CHAP. X. Sentiment de Galée.

CHAPITRE XI.

Pratique de Galée examinée.

SUR ce fondement il fait une table pour les portées d'une piece en toutes ſortes d'élevations, qui eſt encore plus ingenieuſe que celle d'Ufano que nous avons expliquée cy-devant, quoy qu'elle ne ſoit guere plus veritable: Car pour le dire en un mot, toutes ces raiſons de bien ſeance ne quadrent point au genie de la nature.

LIV. II. CHAP. XI. Pratique de Galée examinée.

Pour cet effet il ôte l'étenduë de la portée morte horizontale, qui eſt comme il dit de 2700 pieds, de celle de la plus grande volée ſous l'élevation de 45 degréz, qui eſt de 16200 pieds, pour avoir leur difference 13500; laquelle il diviſe par la ſomme de tous les nombres qui ſe ſuivent depuis 1 juſqu'à 45 c'eſt à dire par 1035, afin d'avoir 13 $\frac{1}{23}$ au quotient, dont il ſe ſert pour faire des ſouſtractions continuelles

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. XI. Pratique de Galée examinée.

du nombre 16200, de degré en degré depuis 45 juſqu'à 0 en deſcendant ou en montant juſqu'à 90.

Ainſi donnant 16200 pieds pour la portée à 45 degrez, il donne à celle de 44 & de 46 degrés 16200 pieds moins $13\frac{1}{23}$ c'eſt à dire $16186\frac{22}{23}$; Et à la portée ſous les angles de 43 & de 47 degrez $16186\frac{22}{23}$ moins deux fois $13\frac{1}{23}$ ou moins $26\frac{2}{23}$. C'eſt à dire $16160\frac{20}{23}$; Et à celle des angles de 42 & 48 degrez, $16160\frac{20}{23}$ moins trois fois $13\frac{1}{23}$ ou moins $39\frac{3}{23}$ c'eſt à dire $16121\frac{17}{23}$. Et ainſi du reſte; en ôtant du nombre des pieds appartenants au precedent degré, le même nombre $13\frac{1}{23}$ multiplié autant de fois qu'il y a d'unitez entre 45 & le degré dont on veut avoir le nombre de pieds.

Ainſi pour avoir le repondant à 15 & à 75 degrez, qui eſt $10134\frac{18}{23}$ pieds, il faut ôter du nombre $10426\frac{2}{23}$ repondant aux degrez precedants 16 & 74, le nombre $391\frac{7}{23}$ produit de la multiplication de $13\frac{1}{23}$ par 30, (qui eſt celui des unitez, compriſes entre 15 & 45.) Et pour avoir le nombre des pieds repondans à 26 & à 64 degrez, il ne faut que ſouſtraire $247\frac{19}{23}$ produit de la multiplication de $13\frac{1}{23}$ par 19,) qui eſt le nombre des unitez contenuës entre 26 & 45, (du nombre des pieds $13869\frac{13}{23}$ repondant aux degrés precedents 27 & 63, afin d'avoir $13621\frac{17}{23}$. Et ainſi du reſte.

Voici

2009 Ministerio de Cultura

Voici ſa table, dans laquelle il y a quatre colonnes, dont les deux premieres contiennent les degrez de l'Equerre depuis 45 en deſcendant juſqu'à 0, & juſqu'à 90 en montant; La ſeconde contient une ſuite de nombres en progreſſion Arithmetique dont le moindre & la difference ſont 13 $\frac{1}{23}$. Les nombres de main gauche, tant dans cette colonne que dans la ſuivante, ſont nombres entiers, & les derniers ſont numerateurs de fractions dont le denominateur eſt toujours 23; d'où vient que 13. 1. qui repond à 45 degrez veut dire 13 $\frac{1}{23}$; 26. 2. repondant à 44 & à 46 degrez veut dire 26 $\frac{2}{23}$; 104. 8. repondant à 38 & à 52 degrez, fait 104 $\frac{8}{23}$; ainſi 16186. 22 repondant dans la quatriéme colonne à 44 & à 46 degrez, fait 16186 $\frac{22}{23}$; 14104. 8. qui repond à 28 & 62 degrez vaut 14104 $\frac{8}{23}$. Et ainſi des autres.

Ces nombres de la troiſiéme colonne ſont les differences de ceux qui leur repondent dans la quatriéme; il font, comme nous avons dit, une ſuite continuelle de progreſſion Arithmetique, dont le premier nombre & la difference eſt toujours 13 $\frac{1}{23}$; & ils naiſſent de la multiplication de ce nombre par celui des unitez contenuës entre 45 degrez & les degrez qui leur repondent; ainſi le premier ſous 45 deg. êtant 13 $\frac{1}{23}$; le ſecond ſous 44 & 46 deg. eſt 13 $\frac{1}{23}$ multiplié par 2 c'eſt à dire 26 $\frac{2}{23}$, le troiſiéme ſous 43 &

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. XI. Pratique de Galée examinée.

TABLE DE GALEE. TABLE DES VERITABLE PORTEES.

degrez	differences		portées		degrez	portées.
45	+1	13 1	16200	pieds	45	45 16200 pieds.
44	46	26 2	16186	22	44	46 16190
43	47	39 3	16160	20	43	47 16161
42	46	52 4	16121	17	42	48 16111
41	48	65 5	16069	13	41	49 16043
40	50	76 6	16004	8	40	50 15954
39	51	91 7	15926	2	39	51 15845
38	52	104 8	15834	18	38	52 15719
37	53	117 9	15730	10	37	53 15573
36	54	130 10	15613	1	36	54 15408
35	55	143 11	15482	14	35	55 15223
34	56	156 12	15239	3	34	56 15021
33	57	169 13	15082	14	33	57 14799
32	58	182 14	14913	1	32	58 14561
31	59	195 15	14730	10	31	59 14303
30	60	208 16	14534	18	30	60 14029
29	61	221 17	14326	2	29	61 13738
28	62	234 18	14104	8	28	62 13439
27	63	247 19	13869	13	27	63 13124
26	64	260 20	13621	17	26	64 12766
25	65	273 21	13360	20	25	65 12409
24	66	286 22	13086	22	24	66 12038
23	67	300	12800		23	67 11653
22	68	313 1	12500		22	68 11254
21	69	326 2	12186	22	21	69 10839
20	70	339 3	11860	20	20	70 10413
19	71	352 4	11521	17	19	71 9974
18	72	365 5	11169	13	18	72 9509
17	73	378 6	10804	8	17	73 9059
16	74	391 7	10426	2	16	74 8584
15	75	404 8	10134	18	15	75 8100
14	76	417 9	9730	10	14	76 7606
13	77	430 10	9313	1	13	77 6902
12	78	443 11	8882	14	12	78 6589
11	79	456 12	8439	3	11	79 6069
10	80	469 13	7982	14	10	80 5540
9	81	482 14	7513	1	9	81 5006
8	82	495 15	7030	10	8	82 4161
7	83	508 16	6534	18	7	83 3919
6	84	521 17	6026	2	6	84 3368
5	85	534 18	5504	8	5	85 2812
4	86	547 19	4969	13	4	86 2255
3	87	560 20	4421	17	3	87 1699
2	88	573 21	3860	20	2	88 1131
1	89	589 22	3286	22	1	89 565
0	90	23	2700	23	0	90 0

2009 Ministerio de Cultura

47 deg. eſt 13 $\frac{1}{23}$ multiplié par 3 ou 39 $\frac{3}{23}$; Le dixiéme ſous 36 & 54 deg. eſt 13 $\frac{1}{23}$ multiplié par 10 ou 130 $\frac{10}{23}$; le vint deuxiéme ſous 24 & 66 degrez eſt 13 $\frac{1}{23}$ multiplié par 22 ou 286 $\frac{22}{23}$. Et ainſi des autres.

LIV. II. CHAP. XI. Pratique de Galée examinée.

La quatriéme colonne contient le nombre de pieds compris dans l'étenduë de la portée d'une piece élevée ſuivant les degrés qui leur repondent, poſant que le coup de la plus grande volée ſous 45 deg. ſoit de 16200 pieds, & que la portée purement horizontale ſoit de 2700 pieds. Ainſi la piece élevée ſuivant l'angle de 15 ou de 75 deg. chaſſera à la longueur de 10134 $\frac{18}{23}$ pieds, & à la longueur de 13869 $\frac{13}{23}$ ſi elle eſt élevée à l'angle de 27 ou 63 degrez.

Ces nombres, comme nous avons dit, naiſſent de la ſouſtraction continuelle des differences qui leur repondent dans la troiſiéme colonne ; Ainſi le ſecond 16186 $\frac{22}{23}$ ſe fait en ôtant du premier 16200 la difference qui lui repond 13 $\frac{1}{23}$; Le troiziéme 16160 $\frac{20}{23}$ vient du ſecond 16186 $\frac{1}{23}$ dont on a ôté la difference qui lui repond 26 $\frac{2}{23}$; Le dixiéme 15613 $\frac{1}{23}$ ſe fait en ôtant du neuviéme 15730 $\frac{10}{23}$ ſa difference 117 $\frac{9}{23}$; Le dernier 2700 en ôtant du precedent 3286 $\frac{22}{23}$ ſa difference 586 $\frac{22}{23}$, & ainſi du reſte.

Le même Pere Merſene dit dans la ſuite que pluſieurs perſonnes ſçavantes croïoient que Galée avoit eu cette table d'un autre Ingenieur

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. XI. Pratique de Galée examinée.

nommé Cognet. Mais soit qu'elle fut de lui ou d'un autre, pour faire voir de combien elle s'élogne des veritables portées des pieces. J'ay calculé, sur la même supposition de 16200 pieds pour la plus grande volée de 45 degrés, une autre table qui est sous les proportions que les portées gardent entre elles suivant leurs differentes inclinations; afin que comparant les nombres de ces deux tables, l'on puisse conoître de combien celle de Galée s'élogne du vray. Où l'on peut voir que leur difference n'est pas fort grande aux élevations des degrez qui sont autour de 45, & qu'elle s'augmente toûjours à mesure que les élevations s'approchent de l'horizontale en diminuant, ou de la perpendiculaire en augmentant.

Surquoy il est à remarquer que cet Ingenieur donne à la piece pointée à plomb, ou sous l'angle de 90 deg., la même portée de 2700 pieds qu'il attribue par son calcul à celle qui est pointée de niveau. Ce qui est absurde.

CHAPITRE XII.

Pratique des Bombardiers du Roy examinée.

CHAP. XII. Pratique des Bombardiers du Roy examinée.

LE Roy ayant établi depuis quelques années une compagnie de Bombardiers & voulant les faire instruire dans l'art de jetter les

2009 Ministerio de Cultura

Bombes, à voulu qu'ils fiſſent, aux environs de S. Germain en Laye pendant qu'il y tenoit ſa Cour, diverſes experiences pour ce ſujet; ſur leſquelles il ont fait à leur maniere diverſes obſervations & tiré des conſequences ſuivant leur raiſonnement pour la conſtruction de certaines tables, qui marquent les differentes étenduës des portées ſelon la difference des élevations du mortier en tous les degrez de l'Equerre depuis 1 juſqu'à 45.

LIV. II. CHAP. XII. Pratique des Bombardiers du Roy examinée.

Ils diſent donc que le mortier chaſſe plus ou moins ſelon qu'il eſt plus ou moins chargé de poudre. Et qu'un mortier par exemple de douze pouces de calibre chargé dans ſa chambre de deux livres de poudre menuë grenée, donne de degré en degré 48 pieds de difference de portées, & pour la plus grande étenduë ſous l'élevation de 45 deg. 2160 pieds. Le même mortier donnera de degré en degré 60 pieds de difference, s'il eſt chargé de deux livres & demi de la même poudre, & 2700 pieds pour la plus grande volée. Enfin il donnera 72 pieds de difference de degré en degré, ſi la charge eſt de trois livres de poudre menuë grenée, qui eſt la charge la plus forte de la chambre d'un mortier de douze pouces de calibre; & à l'élevation de 45 degrez, qui eſt comme ils diſent la plus grande volée, il chaſſera la Bombe à la diſtance de 3240 pieds.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. XII. Pratique des Bombardiers du Roy examinée.

TABLES DES BOMBARDIERS POUR UN mortier de 12 pouces de Calibre.

1. *Table à deux livres de poudre.*

deg.	portées	
5	240 pieds.	
10	480	
11	528	diff.
12	576	48
13	624	
14	672	
15	720	
16	768	
17	816	
18	864	
19	912	
20	960	
21	1008	
22	1056	
23	1104	
24	1152	
25	1200	
26	1248	
27	1296	
28	1344	
29	1392	
30	1440	
31	1488	
32	1536	
33	1584	
34	1632	
35	1680	
36	1728	
37	1776	
38	1824	
39	1872	
40	1920	
41	1968	
42	2016	
43	2064	
44	2112	
45	2160	

2. *Table à deux livres & demi.*

deg.	portées.	
36	2160 pieds.	
37	2220	
38	2280	diff.
39	2340	60
40	2400	
41	2460	
42	2520	
43	2580	
44	2640	
45	2700	

3. *Table à trois livres de poudre.*

deg.	portées.	
37	2664 pieds	
38	2736	
39	2808	diff.
40	2880	72
41	2952	
42	3024	
43	3096	
44	3168	
45	3240	

Sur ce fondement ils ont fait les tables que voici. La premiere suppose que la chambre du

2009 Ministerio de Cultura

mortier eſt chargée de deux livres de poudre & eſt depuis 5 degrez juſqu'à 45 ; les nombres de pieds des portées ſe trouvent en ajoutant 48 pieds au precedent de degré en degré ; ainſi ajoutant 48 à 480 repondant à 10 degré, vous avez 528 pour 11 degrez, & 576 pour 12 en ajoutant 48 à 528, & 624 pour 13 degrez mettant 48 avec 576 & ainſi des autres.

LIV. II. CHAP. XII. Pratique des Bombardiers du Roy examinée.

La ſeconde à deux livres & demi de charge ne commence qu'à 36 degrez juſqu'à 45 ; parce que le mortier avec cette charge donne autant de chaſſe à la bombe à 36 degrez, qu'à 45 lors qu'il n'à que deux livres de poudre ; car l'étenduë de la portée eſt en l'un & en l'autre de 2160 pieds. Les nombres de pieds des portées ſe ſurpaſſent l'un l'autre de 60 pieds à chaque degré ; Ainſi 2220 du trente ſeptiéme degré vient de 2160 du trenteſixiéme & de 60 ajoutés enſemble, & 2280 du trentehuitiéme ajoutant 2220 avec 60. Et ainſi du reſte.

La troiſiéme à trois livres de poudre, qui eſt la plus grande charge que l'on doive donner à la chambre d'un mortier de douze pouces de calibre, ne commence par la même raiſon qu'à 37 degrez juſqu'à 45 ; parce qu'avec cette charge il chaſſe preſque auſſi loin ſous l'angle de 37 degrez, que ſous celui de 45 avec deux livres & demi de poudre. Les nombres de pieds des portées s'y ſuivent à chaque degré de 72 pieds ;

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. XII. Pratique des Bombardiers du Roy examinée.

ainſi ajoutant 72 à 2664 du trente-ſeptiéme degré, vous aurez 2736 pour le trente-huitiéme; Et ajoutant 72 à 2736, l'on à 2808 pour le trente-neuviéme & 2880 pour le quarantiéme en ajoutant 72 à 2808. Et ainſi des autres.

Ils diſent qu'un mortier de huit pouces de calibre chargé d'une demi livre de poudre menuë grenée, donne pour chaque degré d'élévation 42 pieds de difference de portée, & pour ſa plus grande volée ſous 45 degrez, donne 1890 pieds. Le même chargé de trois quarterons de la même poudre donne 62 pieds de difference de portées à chaque degré d'élevation, & pour la plus grande, qui eſt à 45 degrez, 2790 pieds. Et enfin avec une livre de poudre qui eſt la plus forte charge que l'on doive donner à la chambre d'un mortier de huit pouces de calibre; il donne 82 pieds de difference de portée à chaque degré d'élevation, & 3690 pieds pour ſa plus grande étenduë ſous l'angle de 45 degrez.

Voici les tables. La premiere à une demy livre de poudre commence à 5 degrez juſqu'à 45; & les nombres des portées ſe ſuivent en augmentant de 42 pieds à chaque degré. La ſeconde à trois quarterons de la même poudre ne commence qu'à 31 degrez, par ce qu'en cette élevation avec cette charge, la portée eſt plus grande que celle à 45 degrez avec une demi livre

2009 Ministerio de Cultura

TABLES DES BOMBARDIERS POUR UN mortier de huit pouces de Calibre.

1. Table à $\frac{1}{2}$ livre de poudre.

deg.	portées
5	210 pieds.
10	420
11	462 diff.
12	504 42
13	546
14	588
15	630
16	672
17	708
18	756
19	798
20	840
21	882
22	924
23	966
24	1008
25	1050
26	1092
27	1134
28	1176
29	1218
30	1260
31	1302
32	1344
33	1386
34	1428
35	1470
36	1512
37	1554
38	1596
39	1638
40	1680
41	1722
42	1764
43	1806
44	1846
45	1870

2. Table à $\frac{3}{4}$ livre de poudre.

deg.	portées.
31	1922 pieds.
32	1984
33	2046 diff.
34	2108 62
35	2170
36	2232
37	2294
38	2356
39	2418
40	2480
41	2542
42	2604
43	2666
44	2728
45	2790

3. Table à une livre de poudre.

deg.	portées.
35	2870 pieds
36	2952
37	3034
38	3116 diff.
39	3198 82
40	3280
41	3362
42	3444
43	3526
44	3608
45	3690

livre de poudre. Les nombres des portées se suivent en augmentant de 62 pieds à chaque

2009 Ministerio de Cultura

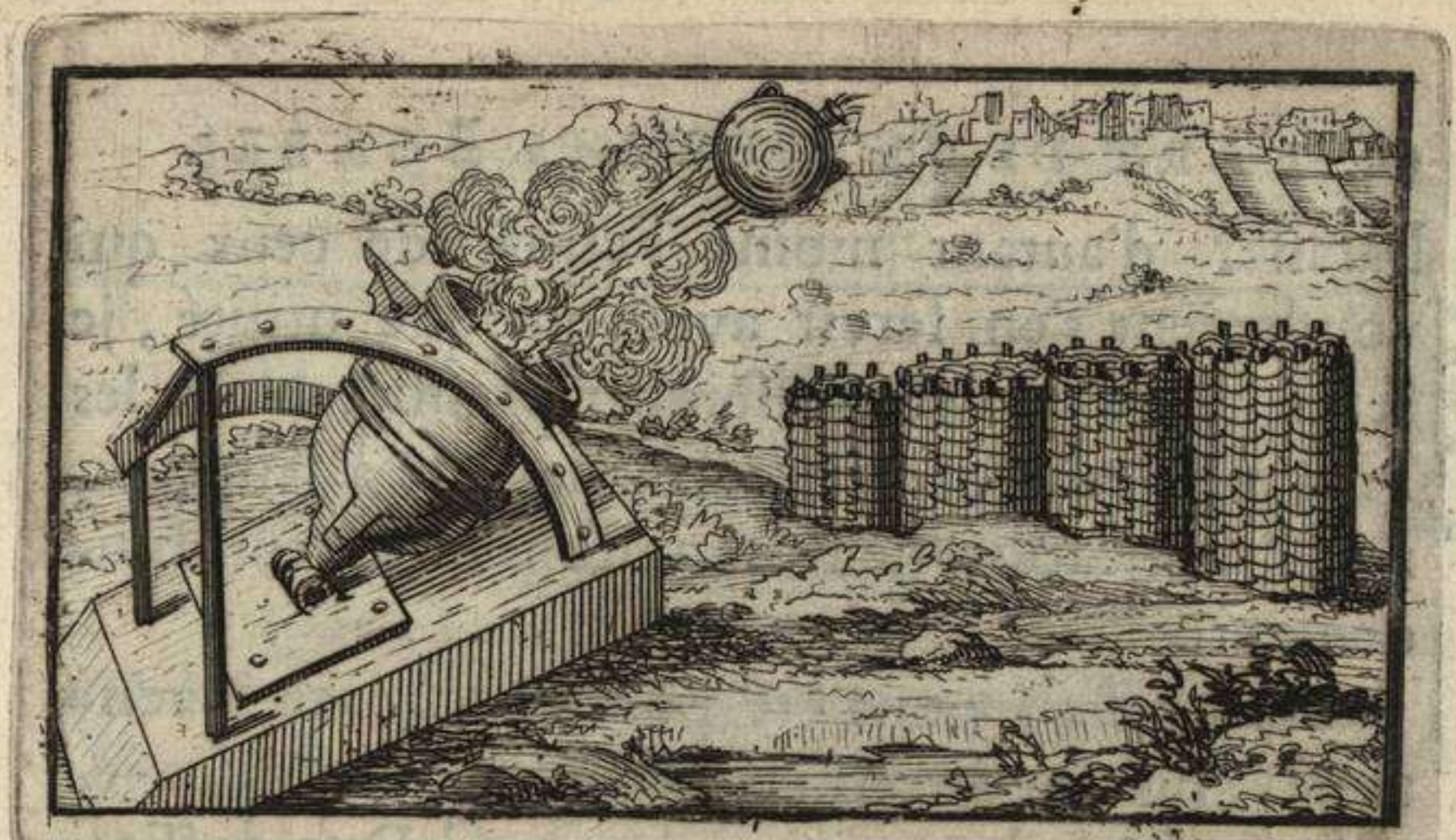
LIV. II. CHAP. XII. Pratique des Bombardiers du Roy examinée.

degré. La troiſiéme à une livre de poudre commence à 35 degrez où la portée eſt plus grande que celle à 45 degré avec trois quarterons de poudre : les nombres des portées s'y ſuivent en augmentant de 82 pieds à chaque degré.

Je pourrois ajouter ici divers autres de leurs calculs, mais comme il ſont tous faits ſur un même raiſonnement ; j'ay crû que ceux cy pouvoient ſuffire pour faire voir que comme il ont crû que les portées augmentoient toûjours également à chaque degré d'élevations du mortier, ils ont ajuſté leurs tables à leurs ſentiments, plûtôt que s'appliquer à faire des experiences exactes & fideles, ſans ſe laiſſer prevenir d'opinions de bienſeance, qui ſont preſque toûjours fauſſes, comme eſt celle-ci, ainſi qu'il ſe verra dans la ſuite.

Voila enfin tout ce que j'ay pû tirer de lumiere de ces Auteurs & de quantité d'autres de toutes Nations, qui ſur cette matiere remettent tout à la pratique experimentale du bon Canonier, où ſuivent aveuglement les raiſonnemens de ceux qui les ont devancez & dont nous venons de parler. Reſte donc maintenant à expliquer ce que l'on à reconû de veritable & de demonſtratif ſur ce ſujet. Ce que je vay faire dans cette ſeconde partie.

2009 Ministerio de Cultura



L'ART
DE JETTER
LES BOMBES,
ET DE CONNOITRE L'ETENDUE DES COUPS de volée d'un Canon en toutes sortes d'Elevations.

SECONDE PARTIE.
PRATIQUES DE L'ART DE JETTER les Bombes.

LIVRE PREMIER.

Pour les jets dont l'étenduë eſt au niveau des batteries par le moyen des ſinus.

LIV. I.

Pratiques pour les jets, dont l'étenduë eſt au niveau des batteries & par le moïen des ſinus.

COMME la Theorie de cette doctrine eſt d'elle même aſſez difficile & ſuppoſe des conoiſſances dont les Principes doivent être raportés de loin ; j'ay crû que pour em-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. Pratique pour les jets, dont l'étendue eſt au niveau des batteries & par le moyen des ſinus.

baraſſer d'autant moins l'eſprit de ceux qui voudroient s'en ſervir avec quelque utilité, je ferois bien de leur enſeigner premierement les Pratiques & de remettre dans la ſuite à leur donner l'explication de leurs raiſons & de leurs fondemens.

Ces pratiques ont êté pour la plûpart inventées, ſur la doctrine de Galilée premier & principal Mathematicien du grand Duc de Toſcane, par Torricelli ſon diſciple & ſon ſucceſſeur : Qui nous a premierement expliqué que pour conoître les differentes portées des coups de volée d'une piece d'Artillerie ou d'un mortier en toutes ſortes d'élevations, il falloit avant toutes choſes en faire une épreuve bien exacte, en tirant la piece ou le mortier êlevé ſous un angle bien conû & meſurant l'étenduë de ſa portée avec toute la preciſion poſſible, pour en pouvoir faire un fondement certain pour toutes les autres : Car d'une ſeule experience ſûre & fidele, l'on vient à la conoiſſance de tous les autres effets, en cette maniere.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I.
CHAP. I.
Pour trouver l'étendue d'un coup sur une élevation donnée.

CHAPITRE PREMIER.

Pour trouver l'étenduë d'un coup sur une élevation donnée.

SI vous voulez sçavoir l'étendüe de la portée de vôtre piece à telle autre élevation qu'il vous plaira, faites que comme le sinus du double de l'angle de l'élevation sous laquelle l'experience a êté faite, (que j'appelleray dorenavant la premiere élevation,) est au sinus du double de l'angle de l'élevation proposée; ainsi l'étendue de la portée conüe par l'experience, (que j'appelleray aussi desormais la premiere portée,) soit à un autre. Et vous aurez ce que vous demandés.

Comme si ayant fait l'experience de vôtre piece élevée sous l'angle de 30 degrez, vous avez trouvé qu'elle ait chassé precisement à la longueur de 1000 toises ou 1000 autres mesures; pour sçavoir quelle sera la portée de la même piece avec la même charge, lors qu'elle sera êlevée à l'angle de 45 degrez: il faut prendre le sinus de l'angle de 60 degrez double de celui de la premiere êlevation, qui est 8660, & en faire le premier terme de la regle de Trois; dont le second est sinus de l'angle de 90 degrez double de celui de l'élevation qúe l'on propose qui

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. I. Pour trouver l'étendue d'un coup sur une élevation donnée.

est 10000 ; Et le troisiéme est le nombre des mesures de la premiere portée qui est 1000 toises, & les disposer en cette maniere.

Si 8660 me donnent 10000, que me donneront 1000 ? pour avoir prez de 1155 toises pour la portée de la piece élevée sous l'angle de 45 degrez.

Où il faut remarquer que lors que l'angle de l'inclination proposée est plus grand que 45 degrez, il ne faut pas le doubler pour avoir le sinus que la regle demande ; mais il faut à sa place prendre le sinus du double de son complement à l'angle droit. Comme si l'on propose l'élevation de la piece à l'angle de 50 degrez, il faut prendre le sinus de 80 degrez double de 40 degrez qui font le complement à l'angle droit du proposé de 50 degrez.

CHAPITRE II.

Trouver l'angle de l'élevation pour une étendue donnée.

CHAP. II. Trouver l'angle de l'élevation pour une étendue donnée.

SI l'on vous donne une étenduë determinée à laquelle on veut que la piece chasse, pourveu que cette étenduë ne soit pas plus grande que celle de l'élevation de 45 degrez: Pour trouver l'angle de l'élevation qu'il faut donner à la piece pour lui faire faire l'effet pro-

2009 Ministerio de Cultura

posé ; il faut dire que comme la premiere portée est à l'étendue que l'on propose, ainsi le sinus du double de l'angle de la premiere élevation, soit à un autre. Et ce nombre sera le sinus du double de l'angle de l'élevation qu'il faut donner à la piece.

LIV. I. CHAP II. Trouver l'angle de l'élevation pour une étendue donnée.

Comme si l'on veut que le Canon ou le mortier porte à la distance de 800 toises ou 800 autres mesures ; il faut que la premiere étendue de 1000 toises, soit le premier terme de la regle de Trois, la portée proposée de 800 toises soit le deuxiéme, & le troisiéme soit 8660 sinus de l'angle de 60 degrez double de celui de 30 degrez de la premiere élevation. En cette maniere.

Si 1000 toises font 800 to. que feront 8660? Pour avoir 6928 qui est le sinus de l'angle 43 degrez 52.', dont la moitié, c'est à dire 21 56.', est l'angle de l'êlevation que vous devez donner à la piece pour faire l'effet proposé. Et si vous ôtez les 21. 56' de l'angle droit ou de 90 degrez, vous aurez l'angle du complement de 68 deg. 4.' que vous pourrez prendre pour l'élevation de vôtre piece ; car elle chassera également loin, soit que vous l'éleviez à l'angle de 21. 56.', ou à celui de son complement 68. 4.'

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. III. Table des sinus servant au jet des Bombes.

CHAPITRE III.

Table des Sinus servant au jet des Bombes.

POUR plus grande facilité & pour ôter cet embaras que l'on a de rechercher les sinus du double des angles des élevations proposées; Galilée & Torricelli ont fait des Tables que j'ay mises ici, dans lesquelles on voit tout d'un coup les sinus des angles que l'on recherche. C'est à dire que ces tables ont été tirées de cel-

degrez	portées	degrez	portées
90	0		0
89	1	349	
88	2	698	
87	3	1045	
86	4	1392	
85	5	1736	
84	6	2079	
83	7	2419	
82	8	2756	
81	9	3090	
80	10	3420	
79	11	3746	
78	12	4067	
77	13	4384	
76	14	4695	
75	15	5000	
74	16	5299	
73	17	5592	
72	18	5870	
71	19	6157	
70	20	6428	
69	21	6691	
68	22	6947	
67	23	7193	
66	24	7431	
65	25	7660	
64	26	7880	
63	27	8090	
62	28	8290	
61	29	8480	
60	30	8660	
59	31	8829	
58	32	8988	
57	33	9135	
56	34	9272	
55	35	9397	
54	36	9511	
53	37	9613	
52	38	9703	
51	39	9781	
50	40	9848	
49	41	9903	
48	42	9945	
47	43	9976	
46	44	9994	
45	45	10000	

les

2009 Ministerio de Cultura

les des ſinus ordinaires, dont elles ne different qu'en ce que les nombres qui repondent ici à chaque degré, ſont dans les tables ordinaires ceux qui repondent aux degrez qui ſont doubles de ceux ci ; car le nombre repondant ici à 1 degré repond dans l'autre à 2 degrés ; celui qui repond ici à 2 degrez repond dans l'autre à 4 deg. ; celui de 20 deg. eſt de 40 degrez dans l'autre. Et ainſi du reſte.

LIV. I. CHAP. III. Table des ſinus ſervant au jet des Bombes.

CHAPITRE IV.

Uſage de la Table pour trouver l'étenduë, ſur une élevation donnée.

CHAP. IV. Uſage de la Table pour trouver l'étenduë ſur une élevation donnée.

L'USAGE de cette table eſt facile. Car pour conoître l'étendue ſur une élevation propoſée, il ne faut que prendre pour premier terme de la regle de Trois, le nombre qui repond à l'angle de la premiere élevation ; & pour ſecond celui qui repond à l'angle de l'élevation propoſée ; Et enfin le nombre des meſures de la premiere étendüe pour troiſiéme terme ; afin que par la regle vous ayez pour quatriéme l'étendue que vous cherchez.

Comme ſi, nous ſervant des exemples que nous avons rapporté cy-devant, nous voulons ſçavoir quelle ſera la portée d'une piece élevée à l'angle de 45 degrez, ſuppoſé qu'elle

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. IV. Usage de la Table pour trouver l'étendue sur une élevation donnée.

ait chassé à la longueur de 1000 toises lor qu'elle êtoit élevée à l'angle de 30 degrez. Je dis ainsi.

Si 8660 repondant à 30 deg. me donnent 10000 repondant à 45 deg., Que me donneront 1000 to. de la premiere portée ? Et j'auray prés de 1155 toises pour la portée que l'on demande.

CHAPITRE V.

Pour trouver l'élevation sur une étenduë donnée.

CHAP. V. Pour trouver l'élevation sur une étendue donnée.

AINSI pour sçavoir à quel angle je dois êlever ma piece pour la faire chasser à une distance donnée, qui ne soit pas plus grande que celle de 1155 to. qui est l'êtenduë de la piece êlevée à 45 degrez : je prens pour premier terme de ma regle la premiere êtenduë, pour second l'êtendüe proposée, pour troisiéme le nombre repondant dans la table à l'angle de la premiere élevation, & le quatriéme sera le nombre repondant à l'angle de l'élevation que l'on demande.

Comme si l'on veut faire chasser la piece à la distance de 800 toises il faut faire ainsi.

Si 1000 toises premiere êtendue, me donnent 800 toises êtendue proposée, que me donneront 8660 repondant à la premiere êlevation ? Et j'auray 6928 dont le nombre le plus proche de la

2009 Ministerio de Cultura

Table eſt 6947 qui repond aux angles de 22 deg. & de 68 deg. Qui ſont ceux où je pourray êlever la piece pour lui faire faire l'effet propoſé.

LIV. I. CHAP. V. Pour trover l'élevation ſur une étenduë donnée.

Au reſte le nombre 10000 de la plus grande portée de la Table n'a pas êté pris au hazard : Car outre que c'eſt celui que l'on donne ordinairement au ſinus total dans la Table commune des ſinus, d'où celle-ci a êté tirée; c'eſt que la moitié de ce nombre, c'eſt à dire 5000, reduite en pas Geometriques, marque aſſez juſtement la plus grande portée d'une Coulevrine de 30 livres de balle.

Nous pouvons joindre ici les autres tables que Galilée & Torricelli nous ont données, comme celle des hauteurs des jets en toutes ſortes d'élevation d'une même piece également chargée ; Celle des hauteurs ou ſublimitez des jets dont les longueurs horizontales ſont égales en toutes êlevations ; Et une troiſiéme que j'ay calculée de la proportion de la force qu'il faut imprimer au mobile pour le faire porter à une même longueur horizontale en toutes ſortes d'élevations.

2009 Ministerio de Cultura

L IV. I. CHAP. VI. Table des hauteurs des jets de même force.

CHAPITRE VI.

Table des hauteurs des jets d'une même force.

DANS la premiere, c'eſt à dire dans celle des hauteurs des jets en toutes ſortes d'élevation, lorſque la force eſt toûjours la même, (laquelle à beaucoup de liaiſon avec celle des êtendües que nous venons d'expliquer ;) Nous ne nous ſommes pas ſervis des nombres qui ſe trouvent dans les tables de Galilée & de Torricelli ; parce qu'ayant donné le nombre 10000 à la moitié de leur plus grande portée, ils mettent auſſi le même nombre 10000 à la plus grande hauteur, à cauſe que celle-ci, c'eſt à dire la hauteur du jet perpendiculaire, eſt égale à la moitié de la plus grande portée qui eſt celle de la piece pointée ſous l'angle de 45 degrez. Mais comme nous avons ſuppoſé dans la table precedente que la plus grande portée êtoit 10000, la plus grande hauteur ſur ce pied ne peut être que de 5000. Et partant tous les nombres de nôtre table des hauteurs ſont les moitiez de ceux de Galilée. Les nombres de la table des portées ſont proportionels aux ſinus du double des angles de l'élevation, & ceux de cette table des hauteurs, ſont les quarts des ſinus verſes du double des mêmes angles, parce qu'ils ſont

2009 Ministerio de Cultura

les moitiez des nombres de la Table de Torricelli qui ſont les moities des mêmes ſinus.

L'uſage de cette table eſt tel. Conoiſſant l'étenduë d'un jet ſuivant un angle d'inclination, ſi l'on en veut ſçavoir la hauteur, il faut faire que comme le nombre repondant à l'angle propoſé dans la table des Portées eſt à l'étenduë conuë de vôtre jet, ainſi le nombre repondant au même angle dans la table des hauteurs, ſoit à un autre ? Qui vous donnera la hauteur que vous demandez; Comme ſi la portée du jet ſous l'angle de 22 degrez étant de 800 toiſes, je veux ſçavoir ſa hauteur per-

TABLE DES HAUTEURS DES JETS pouſſez d'une même force dont la plus grande portée eſt 10000.

LIV. I. CHAP. VI. Table des hauteurs des jets de même force.

deg.	hauteur	deg.	hauteur
1	1 1/2	46	2586
2	6 1/2	47	2673
3	14	48	2761
4	25	49	2849
5	38	50	2934
6	54	51	3019
7	75	52	3103
8	97	53	3189
9	123	54	3273
10	151	55	3355
11	182	56	3436
12	216	57	3517
13	253	58	3595
14	292	59	3674
15	335	60	3757
16	380	61	3825
17	427	62	3898
18	477	63	3969
19	530	64	4039
20	585	65	4107
21	642	66	4173
22	701	67	4237
23	763	68	4298
24	842	69	4352
25	893	70	4415
26	961	71	4470
27	1030	72	4522
28	1102	73	4572
29	1175	74	4620
30	1249	75	4665
31	1326	76	4708
32	1405	77	4748
33	1483	78	4783
34	1564	79	4818
35	1645	80	4849
36	1728	81	4878
37	1810	82	4903
38	1896	83	4925
39	1981	84	4945
40	2066	85	4962
41	2151	86	4975
42	2238	87	4986
43	2327	88	4998
44	2413	89	4999
45	2500	90	5000

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP VI. Table des hauteurs des jets de même force.

pendiculaire ; je prens pour premier terme de ma regle de Trois le nombre qui repond à 22 deg. dans la table des portées qui eſt 6947, pour ſecond terme 800 to. de la portée conuë, pour troiziéme le nombre 701 repondant à l'angle de 22 deg. dans la table des hauteurs ; Et par la regle je trouve que la hauteur du jet que je demande eſt de 80 toiſes 4 pieds 4 pouces.

Mais ſi la même portée de 800 to. venoit d'un jet fait ſous l'êlevation de 68 deg. complement de l'angle de 22 deg. ; il faudroit prendre, pour troiziéme terme de la regle de Trois, le nombre qui repond dans la table des hauteurs à l'angle de 68 deg. qui eſt 4298 ; Et par la regle nous aurions pour la hauteur du jet propoſé 494 toiſes 5 pieds 8 pouces.

CHAPITRE VII.

Table des hauteurs & ſublimitez des jets de même étenduë.

CHAP. VII. Table des hauteurs & ſublimitez des jets de même étendue.

VOICI la ſeconde Table qui eſt celle des hauteurs & des ſublimitez des jets d'une même étenduë de portée en toutes ſortes d'êlevations : Cette étenduë ſuppoſée par tout égale à celle que nous avons priſe pour nôtre plus grande portée dans les autres tables, c'eſt à dire à 10000 parties ; ce qui fait que tous les

2009 Ministerio de Cultura

nombres de cette table, comme ceux des precedentes, ne ſont que la moitié de ceux qui ſe trouvent dans celles de Galilée & de Toricelli qui ont donné le même nombre 10000 à l'étendue de leur demiparabole ; au lieu que nous en faiſons celle de la parabole entiere ; d'où il arrive que tous les nombres des hauteurs ſont chacun le quart de ceux qui ſont les tangentes des angles d'élevation dans la Table

LIV. I. CHAP. VI. Table des hauteurs & ſublimitez des jets de même étendue.

TABLE DES HAUTEURS ET DES SUBLIMITEZ DES JETS dont l'étendue en toutes élevations eſt toujours la meme, poſée de 10000 parties.

deg.	haut.	ſubl.	
0	0	infini	90
1	43	143225	89
2	87	71593	88
3	131	47703	87
4	175	35751	86
5	218	28575	85
6	262	23786	84
7	307	20361	83
8	352	17788	82
9	396	15784	81
10	441	14178	80
11	486	12871	79
12	531	11761	78
13	577	10828	77
14	623	10027	76
15	670	9330	75
16	717	8718	74
17	764	8177	73
18	812	7694	72
19	856	7260	71
20	910	6868	70
21	959	6512	69
22	1010	6187	68
23	1061	5889	67
24	1113	5615	66
25	1166	5361	65
26	1219	5126	64
27	1274	4906	63
28	1329	4702	62
29	1386	4510	61
30	1443	4330	60
31	1502	4160	59
32	1562	4001	58
33	1623	3849	57
34	1686	3706	56
35	1750	3570	55
36	1816	3441	54
37	1884	3317	53
38	1953	3200	52
39	2024	3087	51
40	2098	2979	50
41	2173	2876	49
42	2251	2776	48
43	2331	2681	47
44	2414	2589	46
45	2500	2500	45
ſubl.	haut.	deg.	

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. VII. Table des hauteurs & ſublimitez des jets de même étenduë.

ordinaire des ſinus, & ceux des ſublimitez ſont chacun le quart des tangentes du complement des mêmes angles.

Je ne m'arreteray pas à vouloir faire comprendre ce que l'on entend par la ſublimité d'une parabole ou d'un jet, parce que tout cela ſera expliqué fort au long dans la troiſiéme partie de ce Livre. Je parleray donc ſeulement de l'uſage de cette table, qui eſt tel; Que voulant ſçavoir ſur une étendue donnée, Quelle doit être la ſublimité & la hauteur d'un jet ſur l'élevation d'un angle donné? Il faut faire que comme le nombre 10000 eſt à l'étendue propoſée, ainſi ceux des hauteur & ſublimité qui repondent à l'angle donné dans la Table, ſont à d'autres; qui ſeront ceux que l'on demande. Comme ſi l'étenduë propoſée étant de 800 toiſes, on veut ſçavoir la hauteur & la ſublimité du jet de cette longueur ſous l'élevation de 26 degrez? Le premier terme de la regle de Trois eſt 10000, le ſecond eſt 800, & le troiſiéme pour la hauteur eſt 1219, qui donne pour quatriéme $93\frac{1}{2}$. Le même troiſiéme pour la ſublimité eſt 5126 qui donne pour quatriéme 410. Ainſi la hauteur du jet ſur cette hypotheſe ſera de $93\frac{1}{2}$ toiſes, & la ſublimité de 410 toiſes. Ce qui eſt de particulier eſt qu'à l'élevation de l'angle de 64 deg. qui eſt le complement de l'angle propoſé de 26 deg., les hauteurs & les ſublimitez ſont reciproques, c'eſt

2009 Ministerio de Cultura

c'eſt à dire que la hauteur eſt de 410 to., & la ſublimité de 93 $\frac{1}{2}$.

Liv. I. Chap VII. Table des hauteurs & ſublimitez des jets de même étendue.

CHAPITRE VIII.

Table de la force des jets de même étenduë.

Chap. VIII. Table de la force des jets de meme étenduë.

LA table qui ſuit eſt faite en ajoutant enſemble les hauteurs & les ſublimitez de la precedente. Son uſage eſt pour la proportion que la force qui a chaſſé le mobile à une certaine diſtance ſuivant un certain angle d'êlevation, doit avoir à une force qui pourra chaſſer le meſme mobile ou ſon égal à la meſme diſtance ſuivant tout autre degré d'êlevation ; c'eſt à dire que la force du jet parcourant un certain eſpace ſous l'angle de 22 deg. ou de ſon complement à l'angle droit qui eſt de 68 deg., ſera à la force du jet parcourant le meſme eſpace ſous l'angle de 35 deg. ou de 55 deg. qui eſt ſon complement à un droit, comme le nombre 7197 repondant à 22 degrez eſt à 5321 repondant à 35 degrez. L'on voit par cette table que de tous les jets d'une même étendue ; celui où il faut moins de force eſt le jet qui ſe fait ſous l'élevation de 45 degrez, & qu'il faut que la force augmente à meſure que l'élevation s'élogne du demidroit vers la perpendiculaire ou vers l'horizontale ; Ainſi il faudroit une force infinie

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. VIII. Table de la force des jets de meme étendue.

TABLE DE LA FORCE QU'IL FAUT DONNER AUX JETS de même étendue en toutes sortes d'Elevation.

deg.		
0	90	infini
1	89	143268
2	88	71680
3	87	47834
4	86	35926
5	85	28793
6	84	24048
7	83	20668
8	82	18140
9	81	16180
10	80	14569
11	79	13347
12	78	12293
13	77	11405
14	76	10650
15	75	10000
16	74	9435
17	73	8941
18	72	8606
19	71	8121
20	70	7778
21	69	7472
22	68	7197
23	67	6950
24	66	6728
25	65	6527
26	64	6345
27	63	6180
28	62	6031
29	61	5896
30	60	5773
31	59	5662
32	58	5563
33	57	5473
34	56	5393
35	55	5321
36	54	5272
37	53	5201
38	52	5153
39	51	5112
40	50	5077
41	49	5049
42	48	5027
43	47	5012
44	46	5003
45	45	5000

pour faire parcourir un eſpace de niveau quel qu'il puiſſe eſtre ſous l'élevation de 90 & de 0 degrez, c'eſt à dire lors que le jet eſt ou à plomb ou de niveau ; ce qui ſera expliqué dans la Quatriéme partie de ce Livre.

Au reſte il eſt bon de ſçavoir que c'eſt ſur la table des portées expliquée cy-devant, que j'ay calculé celles qui ſe voient dans la premiere partie de ce Livre, pour eſtre comparées à celle

2009 Ministerio de Cultura

de Diego Ufano, & aux autres. Je crois qu'il eſt inutile de dire que les angles d'élevation doivent eſtre donnéz ou meſurez ſur la piece avec l'Equerre diviſée par degrez & non pas par celle de Tartaglia qui eſt diviſée en 12 points.

LIV. I. CHAP. VIII. Table de la force des jets de meme étenduë.

2009 Ministerio de Cultura

LIVRE SECOND.

Liv. II.

Pratiques des jets dont l'étendue eſt au niveau des batteries, par le moïen des inſtrumens.

CHAPITRE PREMIER.

Par l'Equerre des Canoniers rectifiée.

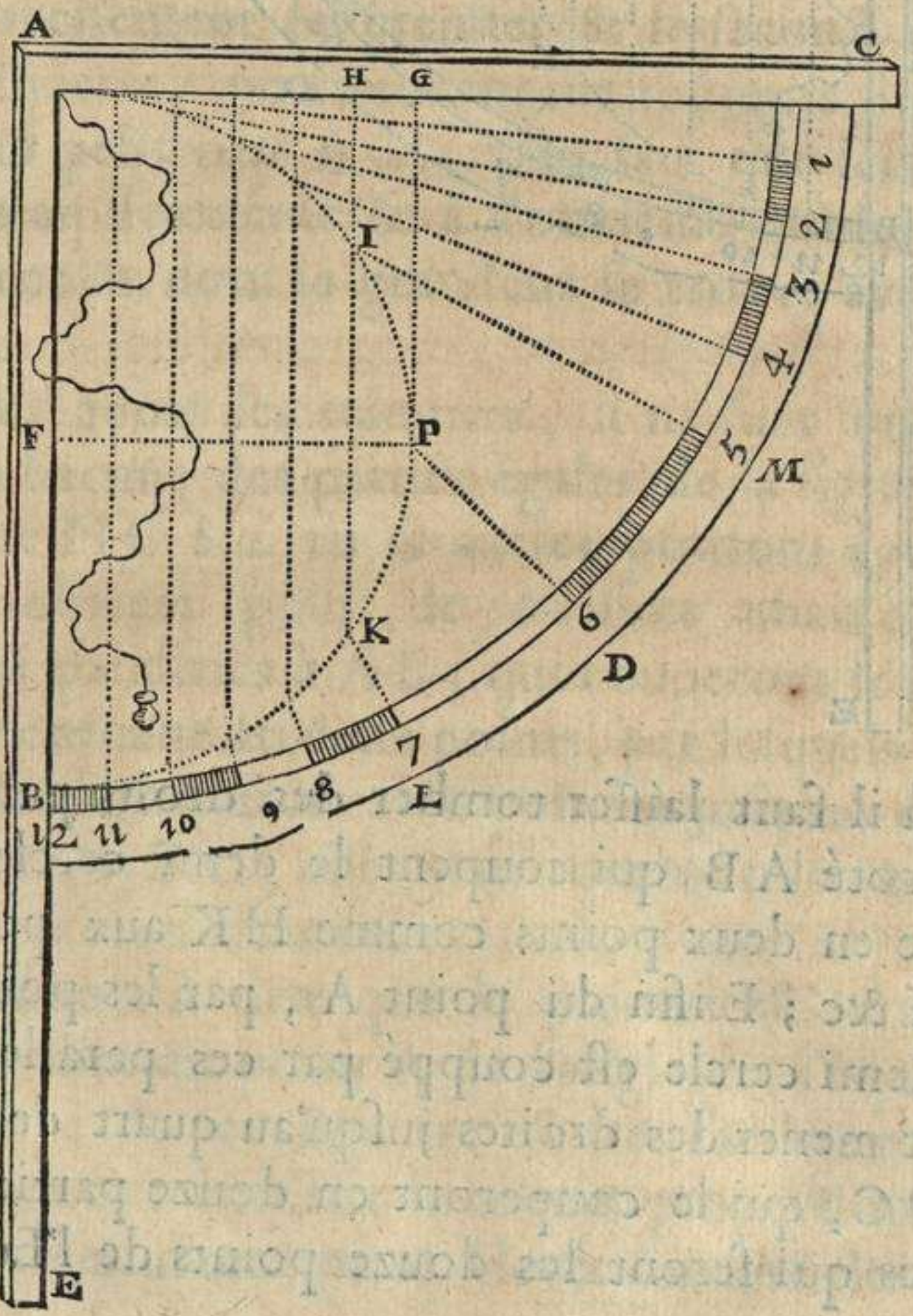
Chap. I. Par l'Equerre des Canoniers rectifiée.

MAIS parceque la plûpart des Canoniers eſt accoutumée à cette Equerre de 12 points, le même Torricelli à trouvé le moïen de la rectifier & de la mettre en état que l'on s'en puiſſe ſervir utilement par la connoiſſance des portées. Sa figure eſt la même que celle de Tartaglia, compoſée de deux bras inégaux formans une angle droit, d'un quart de cercle, & d'un plomb attaché par un filet à l'angle; Le plus grand bras ſe met dans la piece, & le quart de cercle eſt diviſé en 12 points à commencer du plus petit bras de l'Equerre, & chaque point en 12 minutes. Toute la difference eſt en la diviſion de ces points & de ces minutes, qui ſont êgaux dans l'Equerre de Tartaglia & fort inégaux dans celle-ci.

Sa conſtruction eſt telle. Le plus grand bras de l'Equerre eſt A E : & le moindre A C : le

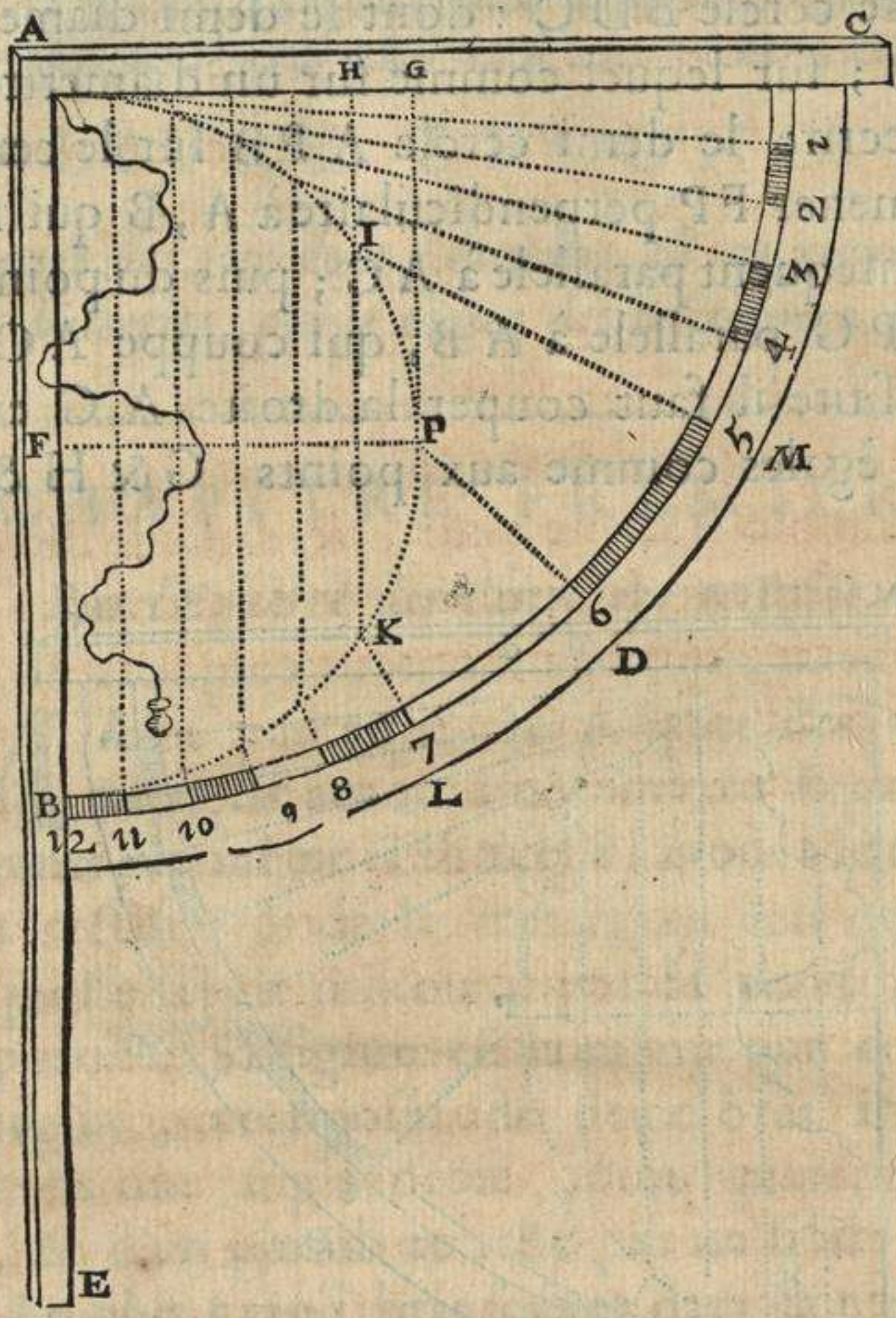
2009 Ministerio de Cultura

quart de cercle B D C : dont le demi diamettre est A B ; sur lequel comme sur un diamettre il faut decrire le demi cercle A P B sur le centre F, & mener F P perpendiculaire à A, B qui sera par consequent parallele à A C ; puis du point P, êlever P G parallele à A B, qui couppe A C en G ; Ensuite il faut couper la droite A G en 6 parties êgales comme aux points G & H &c.,



2009 Ministerio de Cultura

LIV. II.
CHAP. I.
Par l'Equerre des Canoniers rectifiée.



d'où il faut laiſſer tomber des droits paralleles au coté A B qui coupent le demi cercle chacune en deux points comme H K aux points I & K &c ; Enfin du point A , par les points où le demi cercle eſt couppé par ces paralleles , il faut mener des droites juſqu'au quart de cercle B D C, qui le couperont en douze parties inégales qui feront les douze points de l'Equerre.

2009 Ministerio de Cultura

Comme la droite A P D tirée du point A par le point P marquera le ſixiéme point de l'Equerre, A I M le cinquiéme, A K L le ſeptiéme, & ainſi des autres. Où il faut remarquer que la largeur des points, qui ſont également êlognés du ſixiéme, eſt êgale, comme D L eſt êgal à D M largeur du cinquiéme & ſeptiéme point, ainſi celles du huitiéme & du quatriéme &c.

LIV. II. CHAP. I. Par l'Equerre des Canoniers rectifiée.

Et comme il ſeroit peut-être difficile de trouver preciſement le premier & le ſecond point de l'Equerre, qui commencent toûjours du côté du plus petit bras A C ; il ne faut que les faire égaux au douziéme & à l'onziéme qui leur repondent & dont la grandeur ſe trouve avec facilité.

Pour avoir les minuttes, il ne faut que diviſer chacune des parties égales de la ligne A G comme H G &c. en 12 autres portions égales, & de chaque point de diviſion abaiſſer des droites paralleles à A B, qui couperont le demi cercle chacune en deux points, par leſquels menant des lignes droites du point A juſqu'au quart de cercle B D C, elles y marqueront les minutes que l'on demande.

J'oubliois à dire que le plomb eſt attaché par un filet au point A de l'angle de l'équerre.

L'uſage de cet Equerre eſt tres facile : car les points y ont entr'eux la même proportion que les portées d'une piece êlevée ſuivant les an-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP I. Par l'Equerre des Canoniers rectifiée.

gles qu'ils font sur l'Equerre ; c'est à dire que la portée d'une piece élevée au quatriéme point est double de la portée de la même piece élevée au second point, & quadruple de la portée au premier point, comme le nombre 4 est double du nombre 2, & quadruple du nombre 1 &c.

Il suffit donc de mettre son plus grand bras dans l'ame de la piece & remarquer par le moïen du filet quel est le point de son élevation ? Et par l'experience d'un seul coup, dont il faut mesurer exactement la portée, l'on peut assez bien juger de la portée de la même piece avec la meme charge dans toutes sortes d'élevation ; En faisant une regle des Trois. Comme si la portée de vôtre piece élevée par exemple au deuxiéme point a esté de 800 toises ; Pour sçavoir quelle sera sa portée lors qu'elle sera élevée au cinquiéme point ? il faut dire

Si 2 donnent 800 : que donneront 5 ?

pour avoir 2000 toises pour la portée de la piece au cinquiéme point. Où il faut remarquer qu'au lieu des points qui sont au dessus du sixiéme comme le septiéme, le huitiéme, le neuviéme, le dixiéme & l'onziéme ; il faut, pour faire les regles de Trois, prendre ceux qui leur repondent au dessous du meme sixiéme, comme le cinquiéme au lieu du septiéme, le quatriéme au lieu du huitiéme, le troisiéme au lieu du neuviéme, le second au lieu du dixiéme &

le

2009 Ministerio de Cultura

le premier au lieu de l'onziéme. Car, comme nous avons dit, les portées des points également élognées du fixiéme ſont égales, comme celles du ſeptiéme égales à celle du cinquiéme, celles du huitiéme égales à celles du quatriéme, celles du neuviéme à celles du troiſiéme, & ainſi des autres.

LIV. II. CHAP. I. Par l'Equerre des Canoniers certifiée.

Si vous voulez ſçavoir ſur la méme ſuppoſition, à quel point vous devez élever vôtre piece pour lui donner une portée de 1500 toiſes ; il faut faire vôtre regle de Trois en cette maniere.

Si 800 donnent 2 : Que donneront 1500 ?

Et vous aurez $3\frac{3}{4}$; c'eſt à dire trois points & 9 minutes au deſſous du ſixiême ou huit points & 3 minutes au deſſus, & ainſi du reſte.

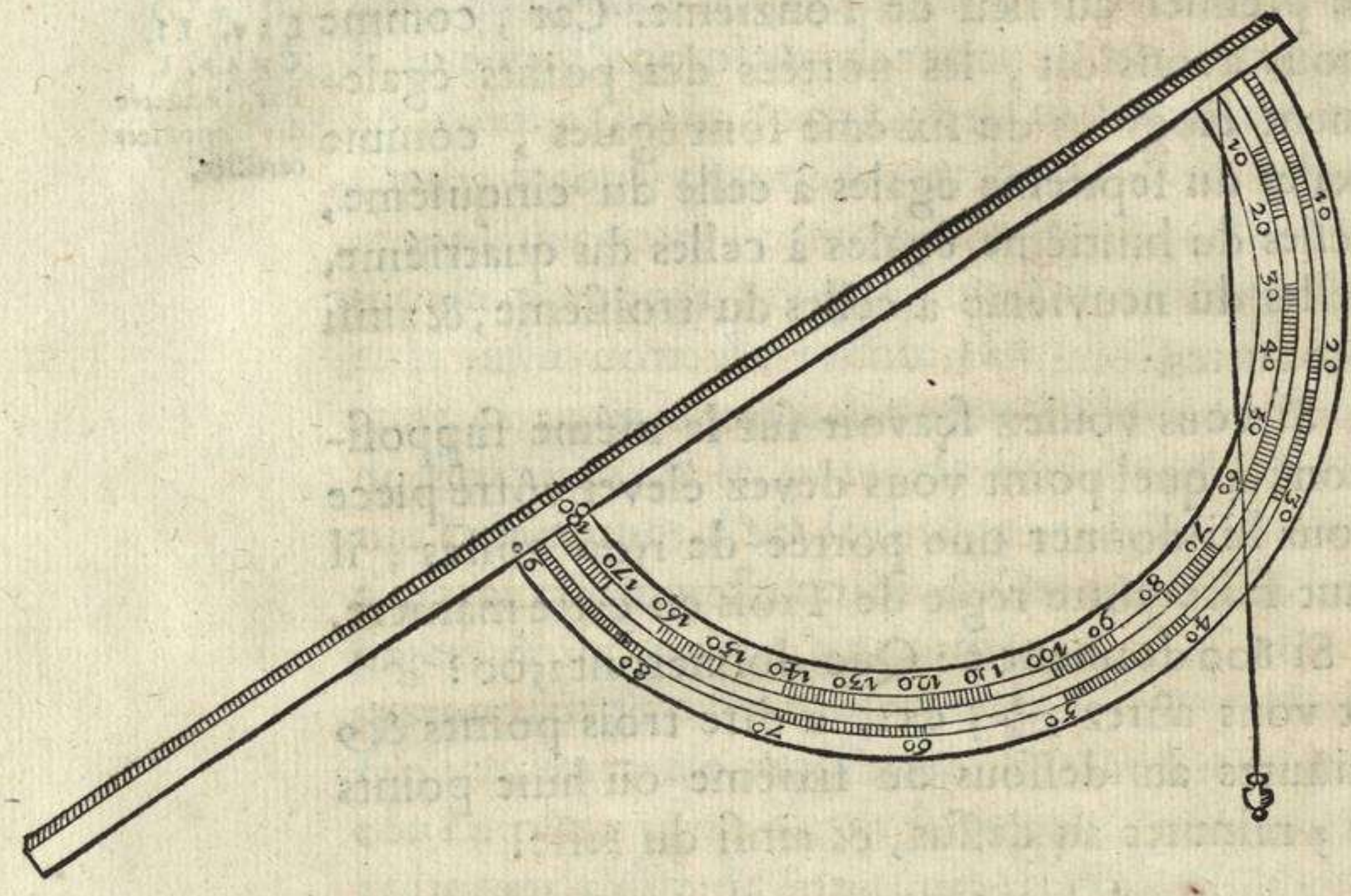
CHAPITRE II.

Par le demi cercle de Torricelli.

CHAP. II. Par le demi cercle de Torricelli.

VOICY encore une autre inſtrument compoſé pour le même effet. C'eſt un demi cercle diviſé ſur ſon bord interieur en 180 degrez à l'ordinaire, & ſeulement en 90 parties ſur celui de dehors, dont le diametre eſt prolongé par un bout ; & à l'autre, par lequel la diviſion ſe commence, il y a un plomb attaché à un fillet qui marque ſur le bord exterieur du demi cercle les degrez de l'angle de l'élevation de la

2009 Ministerio de Cultura



Liv. II. Chap. II Par le demi cercle de Torricelli.

piece lors que l'on met dans l'ame le bout du diametre prolongé, & les degrez qui leur respondent ſur le bord interieur, ſont ceux dont il faut prendre les ſinus.

Son uſage eſt aſſez prompt; car comme dans cet inſtrument les ſinus des degrez qui repondent à ceux des angles de l'élevation de la piece ſont en meme raiſon que l'étenduë des portées; aprés avoir meſuré exactement l'une des memes portées ſuivant un certain angle d'élevation; Pour avoir l'étenduë d une autre ſuivant un autre angle, il ne faut que faire une regle de Trois dont le premier terme doit eſtre le ſinus

2009 Ministerio de Cultura

des degrez repondans à ceux de l'angle ſur lequel s'eſt fait l'experience ; le ſecond terme doit être le ſinus des degrez repondans à ceux de l'angle propoſé ; le troiſiéme doit être l'étenduë de la portée conuë en meſures par l'experience ; & le quatriéme ſera l'étendue que vous cherchez. Comme ſi vous avez trouvé par une experience tres-exacte que l'étenduë de la portée de vôtre piece êlevée par exemple ſous un angle de 30 degrez, ait êté de 1500 toiſes : Pour ſçavoir à combien de toiſes elle portera lors que vous l'êleverez ſeulement ſous un angle de 20 degrez ? Parce que les degrez qui repondent, ſur le bord interne de l'Equerre à ceux de l'êlevation de 30 degrez ſont 60 deg. qui ont 8660 pour ſinus, & ceux qui repondent à l'élevation de 20 degrez ſont 40 degrez qui ont pour ſinus 6427 : je fais ma regle en cette maniere :

LIV. II. CHAP. II. Par le demi cercle de Torricelli.

Si 8660 donnent 6427 que donneront 1500 ? Et j'auray prés de 1114 toiſes pour l'étenduë de la portée que l'on demande.

Ainſi pour ſçavoir quelle ſera la plus grande portée de la piece, c'eſt à dire lors qu'elle ſera êlevée à l'angle de 45 degrez qui ont pour repondans 90 degrez dont le ſinus eſt 10000 : je fais ainſi :

Si 8660 donnent 10000 que donneront 1500 ? pour avoir environ 1732 toiſes pour la plus grande portée que l'on recherche.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. II. Par le demi cercle de Torricelli.

Mais si l'on veut sur la même hypothese, sçavoir à quel angle il faut élever la piece ou le mortier pour le faire porter à une distance proposée, pourveu qu'elle n'excede point celle à laquelle la piece élevée à l'angle de 45 degrez peut porter; il faut faire une autre regle de Trois, dont le premier terme sera l'étenduë de la portée de la piece conue en mesures par l'experience que l'on en a faite; le second terme sera l'étendue de la portée que l'on propose; & le troisiéme doit estre le sinus des degrez repondans à ceux de l'élevation sous laquelle on a fait l'experience; afin que par la regle on ait pour quatriéme terme, le sinus des degrez decrits dans le bord interieur de l'Equerre, dont les repondans sur le bord de dehors sont ceux de l'élevation que l'on demande.

Comme si l'on desire sçavoir à quel angle il faut élever la piece pour la faire porter à la longueur de 1200 toises, supposé qu'elle ait chassé à celle de 1500 toises sous l'élevation de 30 degrez qui ont 60 degrez pour repondans sur le bord interieur de l'Equerre, dont le sinus est 8660. Je fais ma regle de trois en cette maniere.

Si 1500 donnent 1200 : que donneront 8660? Et j'auray pour quatriéme terme 6928 sinus de l'angle de 43 degrez 51 min. qui ont pour correspondans sur le bord exterieur de l'Equerre 21.

2009 Ministerio de Cultura

56′ qui ſont ceux de l'élevation que l'on demande ; auſſi bien que 68 4′. qui ſont leur complement à l'angle droit.

LIV. II. CHAP. II. Par le demi cercle de Torricelli.

Si par la regle vous trouviez que vôtre quatriéme terme fut un nombre plus grand que ceux qui ſont contenus dans la Table des ſinus, c'eſt à dire plus grand que celui que vous auriez pris pour ſinus total ; Ce ſeroit une marque que la diſtance propoſée ſeroit plus grande que celle à laquelle elle peut porter avec la meme charge. Comme ſi l'on demandoit à quel angle elle devroit eſtre élevée pour la faire chaſſer à la longueur de 1800 toiſes? faiſant la regle de Trois comme nous l'avons enſeignée , l'on trouveroit pour quatriéme terme ce nombre 10392 ; lequel étant plus grand que celui de 10000 qui eſt ſinus total dans cette hypotheſe où le ſinus de 60 degrez eſt 8660 ; fait voir que la piece ne peut pas chaſſer à cette diſtance : ce qui eſt conforme à ce que nous avons fait voir cy-devant , que ſa plus grande portée qui eſt ſous l'angle de 45 degrez n'étoit que d'environ 1732 toiſes.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. III. Par un autre instrument sans le besoin des sinus.

CHAPITRE III.

Par un autre instrument sans le besoin des sinus.

TOUTES ces pratiques sont faciles & assurées : Mais comme il y faut avoir incessament recours à la Table des sinus, qu'il seroit peut-être dificile d'avoir toûjours presente ; le même Torricelli à recherché le moïen de s'en passer ajoutant divers lignes dans l'Equerre dont nous venons d'enseigner la description & l'usage. Voici donc ce qu'il fait.

Il se contente de la division du bord exterieur du demi cercle en 90 degrez ; Et ayant mené un rayon perpendiculaire au diametre, il le divise en un tres grand nombre de parties égales, comme par exemple en p. 200 ; qu'il commence à compter du centre du demi cercle. Ensuite de chaque degré marqué dans son bord, il tire des droites, qu'il appelle des guides, paralleles au diametre qui passent au travers de ce rayon divisé & vont repondre aux degrez qui sont les complemens à l'angle droit de ceux d'où elles sont parties ; c'est à dire que la droite tirée par exemple du 10^{e} degré, tombe sur le 80^{e} ; & celle qui vient du 20^{e} tombe sur le 70. Et ainsi des autres.

Maitenant comme les portions du rayon di-

2009 Ministerio de Cultura

visé contenuës entre chacune des guides & le centre du demi cercle, sont égales aux sinus du double des angles d'où les guides ont été tirées ; il ne faut que prendre le nombre des parties égales du rayon divisé compriſes entre le centre & les guides & s'en servir pour termes des regles de Trois au lieu des sinus.

LIV. II. CHAP. III. Par un autre instrument sans le besoin des sinus.

Comme dans la même supposition ; parce que la guide du 30e degré coupe le rayon de telle sorte qu'il y a 173 parties égales jusqu'au centre ; Et celle du 20e degré le coupe où il y en a $128\frac{1}{2}$.

Pour sçavoir quelle sera la portée de la piece élevée au 20e degré, supposé qu'au 30e elle ait chassé à la longueur de 1500 toises, je fais ma regle de trois en cette maniere :

Si 173e donnent 1500 toises, que donneront $128\frac{1}{2}$? & j'auray les mêmes 1114 toises pour la portée de la piece à l'élevation proposée de 20 degrez.

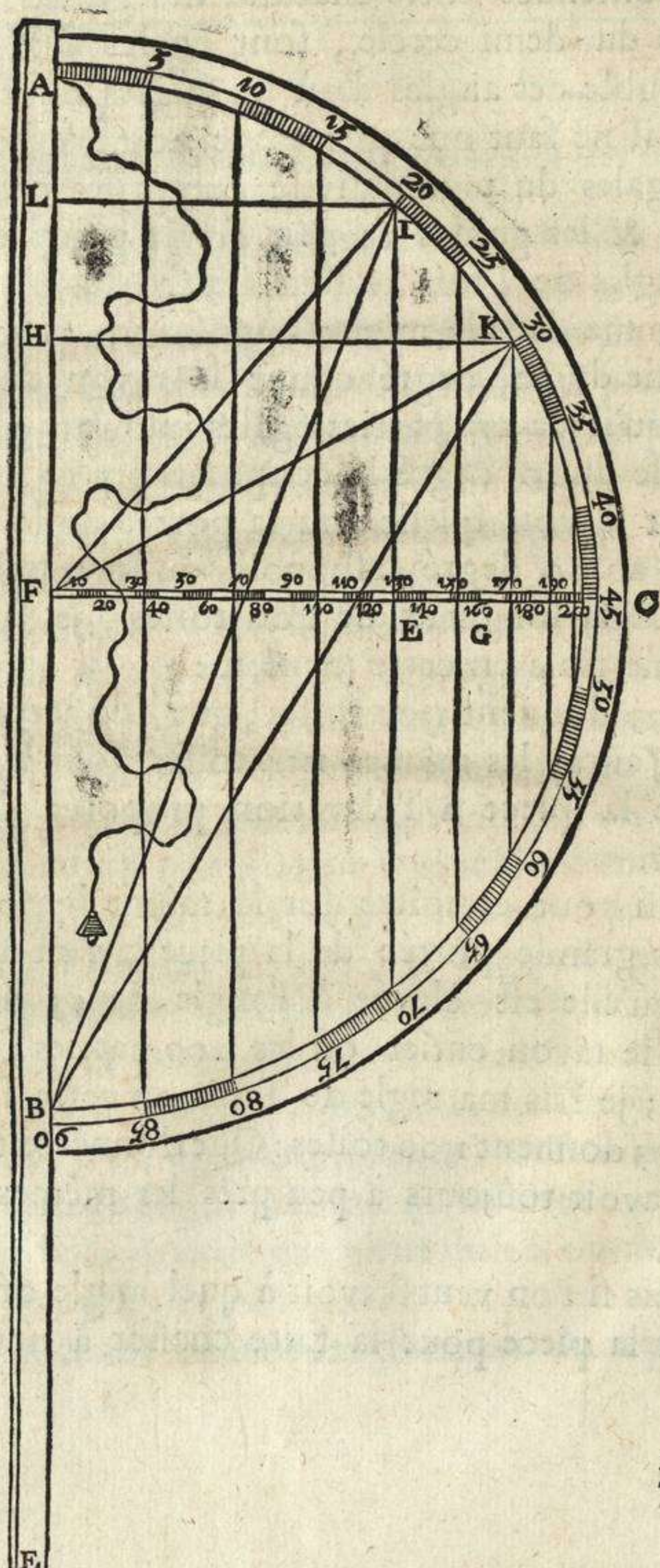
Ainsi pour conoître sur la même hypotheſe la plus grande portée de la piece, c'est à dire lors qu'elle est élevée à l'angle de 45 degrez qui a le rayon entier où les 200 parties sous sa guide ; je fais ma regle de Trois en cette sorte ;

Si 173 donnent 1500 toises : Que donneront 200? Pour avoir toûjours à peu prés les mêmes 1732 toises.

Mais si l'on veut sçavoir à quel angle on doit élever la piece pour la faire chasser à une di-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II.
CHAP. III.
Par un autre instrument sans le besoin des sinus.



stance

2009 Ministerio de Cultura

ſtance propoſée, pourveu qu'elle ne ſoit pas plus grande que ſa portée naturelle ſous l'élevation de 45 degrez. Comme ſi l'on vouloit la faire porter à la longueur de 1200 toiſes ; il faudroit diſpoſer les termes de la regle de Trois en cette maniere.

LIV. II. CHAP VII. Par un autre inſtrument ſans le beſoin des ſinus.

Si 1500 toiſes donnent 173 parties: Que donneront 1200 ? pour avoir $128\frac{1}{2}$ parties ſur leſquelles tombe la Guide de l'angle 21 degré 56′ & de ſon complement à l'angle droit 68 deg. 4′. qui ſont les angles de l'élevation que l'on doit donner à la piece pour la faire chaſſer à la diſtance propoſée de 1200 toiſes.

L'on peut par la même regle conoître ſi la diſtance propoſée eſt dans les termes de la portée de la piece ; car ſi les nombres des parties qui viennent pour quatriéme terme de la regle de Trois, excedent 200 c'eſt à dire le nombre de parties contenues dans le rayon diviſé ; l'on pourra dire que la piece ne ſçauroit porter avec la même charge à la longueur que l'on a propoſé.

Comme ſi l'on demandoit l'angle de l'élevation de la piece pour la faire porter à la longueur de 1800 toiſes ? En faiſant ainſi la regle de Trois.

Si 1500 donnent 173: Que donneront 1800 ?
Je trouve qu'il me vient pour quatriéme terme $207\frac{3}{5}$ parties, qui ſurpaſſent les 200 parties contenuës dans le rayon diviſé ; Et qui me font co-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. VII. Pour un autre inſtrument ſans le beſoin des ſinus.

noitre que la piece ne peut pas porter, à cette diſtance. C'eſt ce qui convient à ce que nous avons dit cy-devant, faiſant voir que ſa plus grande portée eſt ſeulement deprés de 1732 toiſes.

2009 Ministerio de Cultura

LIVRE TROIZIE'ME. Liv. III.

Pratiques des jets dont l'étenduë n'eſt pas au niveau des batteries.

NOus ajouterons ici diverſes pratiques pour la reſolution de pluſieurs cas differens de ceux que nous avons expliquez & qui peuvent arriver ſur le même ſujet. Et Premierement.

CHAPITRE PREMIER.

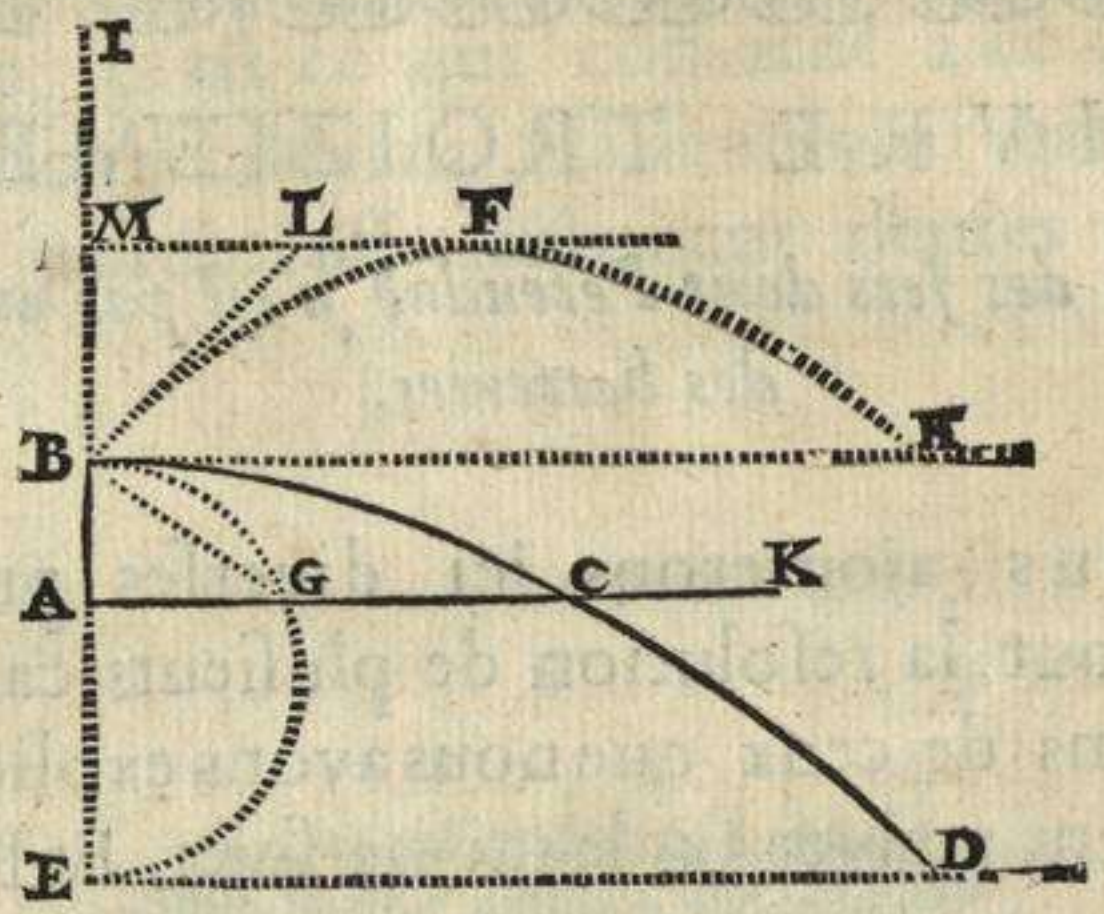
Portée de but en blanc d'une piece êlevée au deſſus du plan horizontal.

CHAP. I. Portée de but en blanc d'une piece êlevée au deſſus du plan horizontal.

POUR ſçavoir à quelle diſtance d'un plan horizontal, une piece pointée du but en blanc & poſée au deſſus du niveau du même plan, pourra porter ? Comme dans cette figure où la ligne de niveau de la campagne eſt A K ſur laquelle la piece eſt êlevée de la hauteur perpendiculaire A B : Pour conoître le point C dans la droite A K où le boulet arrivera partant de la piece en B pointée du but en blanc, c'eſt à dire ſuivant la direction horizontale B H?

2009 Ministerio de Cultura

LIV. III.
CHAP I.
Portée de but en blanc d'une picce élevée au deſſus du plan horizontal.



Comme je ſuppoſe que l'on conoiſſe la plus grande portée de la piece ſous l'élevation de 45 degrez quî ſoit par exemple B H, & la hauteur A B; Je multiplie la moitié de B H par A B, & le double de la racine quarrée du produit, me donne la longueur ſur le plan horizontal A C que je cherche. Comme ſi la hauteur perpendiculaire A B, étoit par exemple de 15 pieds c'eſt à dire de $2\frac{1}{2}$ toiſes, & la plus grande portée de 1732 toiſes; Je multiplie 866 moitié de 1732 par $2\frac{1}{2}$, & du produit 2165 je prens la raracine quarré 46 dont le double 92 toiſes, eſt la longueur A C demandée. Dans la même hypotheſe ſi la hauteur perpendiculaire A B êtoit de 30 pieds c'eſt à dire 5 toiſes, je multiplierois 866 moitié de la plus grande portée par 5 & du produit 4330, je prendrois la racine quar-

2009 Ministerio de Cultura

rée 65, dont le double 130 toiſes me feroit la longueur demandée AC.

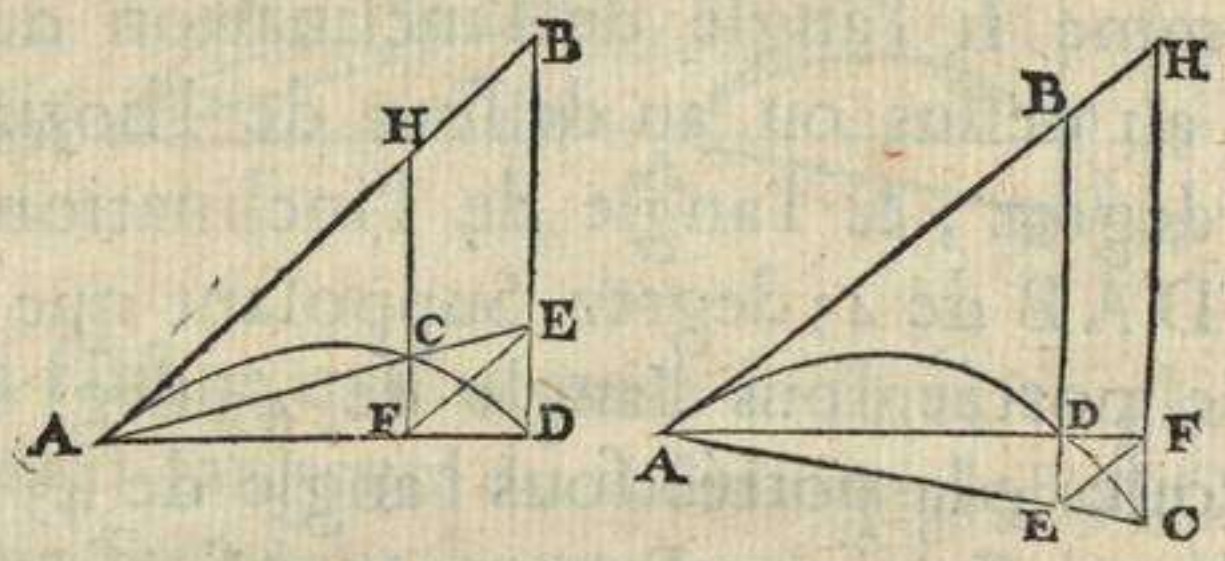
LIV. III. CHAP. I. Portée de but en blanc d'une piece élevée au deſſus du plan horizontal.

CHAPITRE II.

Portée ſur un plan incliné d'une piece pointée ſous un angle donné.

CHAP. II. Portée ſur un plan incliné d'une piece pointée ſous un angle donné.

POUR ſçavoir à quelle diſtance d'un plan incliné au deſſus ou au deſſous de l'horizon, le boulet d'une piece pointée ſous un angle donné, touchera ? Comme dans cette figure.



Pour conoître à quel point du plan A E incliné au deſſus ou au deſſous de l'horizon A F, arrivera le boulet d'une piece ou d'un mortier pointé ſuivant l'angle de l'inclination D A B: il faut faire deux regles de Trois:

La premiere pour trouver la longueur horizontale AF en faiſant que comme *la tangente de l'angle* de l'inclination de la piece DAB eſt à *la tangente de l'angle* de l'inclination du plan D A E; Ainſi l'amplitude A D de la parabole A C D trouvée

2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. II. Portée sur un plan incliné d'une piece pointée sous un angle donné.

par les tables, soit à une autre, qui sera la longueur DF ; laquelle êtant ôtée de la même amplitude si le plan est incliné sur l'horizon, où êtant ajoutée s'il est au dessous, donne la longueur horizontale AF.

Par la seconde regle de Trois, l'on trouve la longueur AC ; car comme le sinus total est à la secante de l'angle du plan DAE, ainsi AF est à AC. La hauteur perpendiculaire CF se trouve avec la même facilité ; car comme le sinus total est à la tangente du même angle du plan DAE, ainsi AF est à CF.

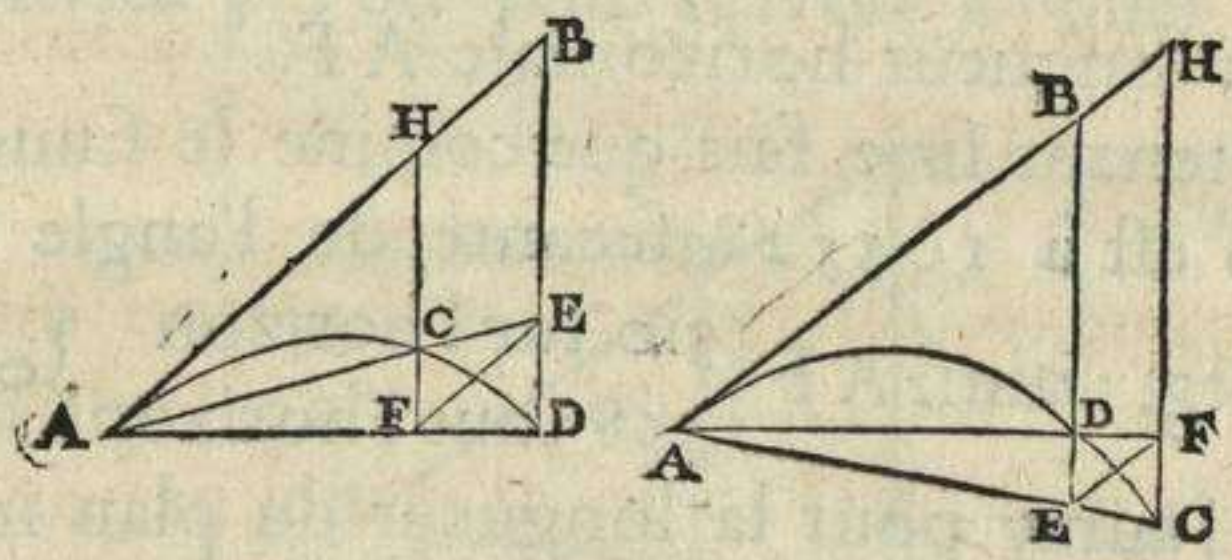
Comme si l'angle de l'inclination du plan DAE au dessus ou au dessous de l'horizon est de 25 degrez, & l'angle de l'inclination de la piece DAB de 43 degrez. Supposant que la plus grande portée sous l'angle de 45 deg. soit de 1732 toises ; la portée sous l'angle de 43 degrez sera de 1647 toises ; Et partant disposant nôtre premiere regle de Trois en sorte que comme 93252 tangente de 43 degrez, est à 46631 tangente de 25 degrez ; Ainsi 1647 qui est l'amplitude AD est à 823 $\frac{1}{2}$ qui est la longueur DF : laquelle êtant ôtée du nombre 1647 qui est AD donne aussi 823 $\frac{1}{2}$ pour la longueur horizontale AF si le plan est incliné au dessus de l'horizon, ou bien êtant ajoutée à la même amplitude 1647 donne 2470 pour la même longueur si le plan est incliné sous l'horizon.

2009 Ministerio de Cultura

Maintenant ſi je fais que comme 100000 ſinus total eſt à 110338 ſecante de l'angle du plan FAC, ainſi A F longueur horizontale du plan incliné { ſur l'horizon 823 1/2 / ſous l'horizon 2470 } eſt à un autre; j'auray pour la longueur du plan incliné A C

{ ſur l'horizon 908 to. / ſous l'horizon 2725 to. }

LIV III. CHAP. II. Portée ſur un plan incliné d'une piece pointée ſous un angle donné.



Ainſi faiſant que comme le ſinus total 100000 eſt à 46631 tangente du même angle F A C, ainſi la même longueur horizontale A F du plan incliné { ſur l'horizon 823 1/2 / ſous l'horizon 2470 } eſt à un autre; j'auray pour la hauteur perpendiculaire C F

{ ſur l'horizon 384 toiſes / ſous l'horizon 1151 toiſes. }

En la même maniere ſi nous ſuppoſons que l'angle de l'inclination du plan F A C ſoit de 15 degrez au deſſus ou au deſſous de l'horizon; celui de l'inclination du mortier F A B de 32 degrez; & la plus grande portée de la bombe

2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. II. Portée sur un plan incliné d'une piece pointée sous un angle donné.

à 45 deg. de 600 toises, qui par consequent à 32 degrez donnera 539 to. : Si je fais que comme 62487 tangente de l'angle de 32 degrez est à 26795 tangente de l'angle F A C de 15 degrez ; Ainsi l'amplitude A D 539. to. est à une autre ; J'auray 229 pour la longueur F D, qui dans le cas que l'inclination soit

{ sur l'horizon étant ôté de / sous l'horizon étant ajoutée à } 539, donne { 310 / 768 }

pour la longueur horizontale A F.

Maintenant si je fais que comme le sinus total 100000 est à 103528 secante de l'angle F A C de 15 deg. ; ainsi A F { 310 sur l'horizon / 768 sous l'horizon } est à un autre ; j'auray pour la longueur du plan incliné A C { 321 to. sur / 795 to. sous } l'horizon. Et si je fais que comme le sinus total 100000 est à 26795 tangente du même angle de 15 degrez ; ainsi A F { 310 sur / 770 sous } l'horizon, est à un autre ; j'auray pour la hauteur perpendiculaire C F { 83 to. sur / 206 to. sous } l'horizon.

CHAP. III.

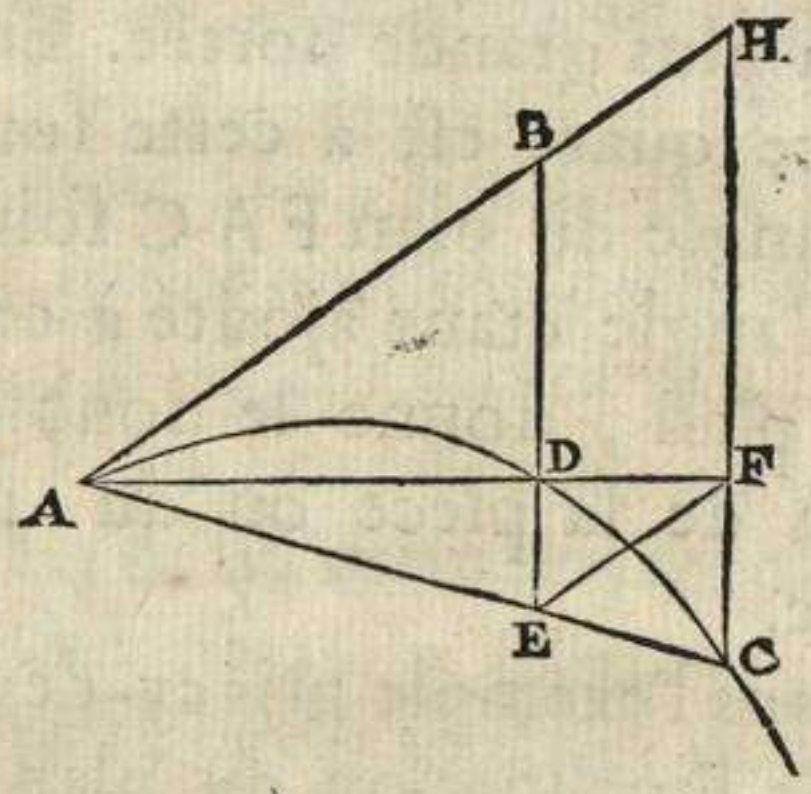
2009 Ministerio de Cultura

CHAPITRE III.

L'IV. III. CHAP. III. Trouver l'angle de l'élevation de la piece.

Trouver l'angle de l'élevation de la piece.

CETTE pratique eſt de Torricelli qui n'a rien dit de la converſe de ſa propoſition qui eſt beaucoup plus dificile. C'eſt à dire lors que la longueur & l'Inclination d'un plan étant donnée au deſſus ou au deſſous du niveau d'une batterie, l'on veut ſçavoir à quel degré



il faut élever ſa piece où ſon mortier pour la faire chaſſer à cette longueur? Comme ſi l'angle F A C & la longueur A C étant donnez, & par conſequent la hauteur perpendiculaire F C & la longueur horizontale A F; l'on demande quel doit être l'angle F A B ſuivant lequel la piece où le mortier doit être dreſſé pour faire paſſer le boulet ou la bombe par le point C.

En voici diverſes regles dont je nommeray les Auteurs dans la troiſiéme partie de ce diſ-

2009 Ministerio de Cultura

Liv. III. Chap. III. Trouver l'angle de l'élevation de la piece.

cours, lors que j'expliqueray les propositions d'où les regles ont été tirées.

CHAPITRE IV.

Premiere Pratique par les sinus.

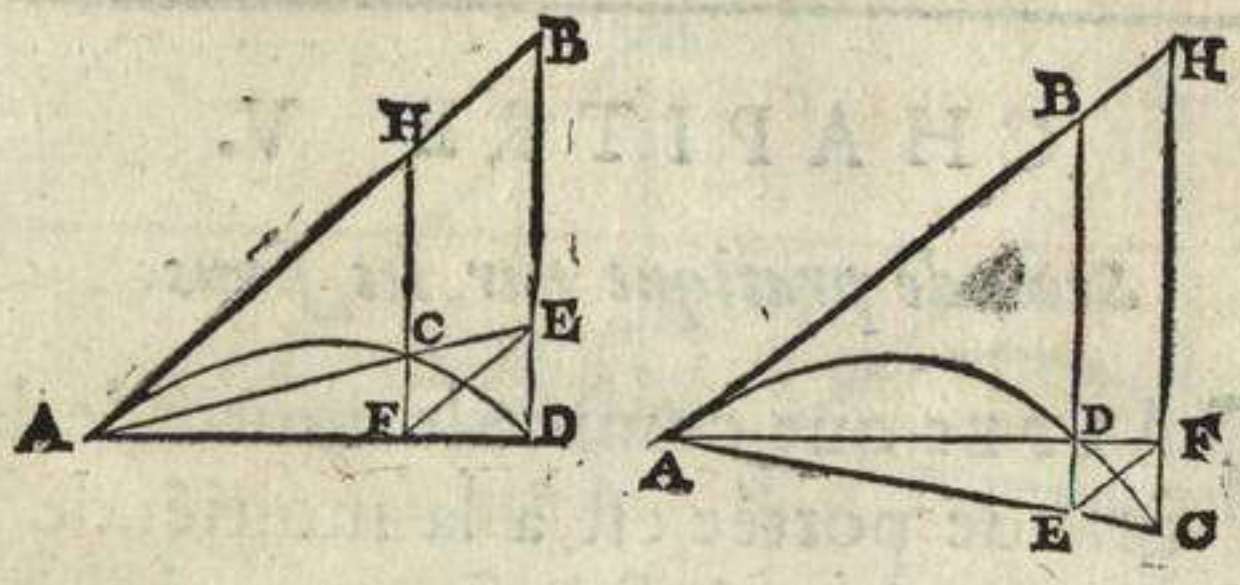
Chap. IV. Premiere pratique par les sinus.

I. DIVISEZ le quarré de la moitié de la longueur horizontale A F par la hauteur perpendiculaire C F, ajoutez au Quotient le quart de la plus grande portée. Ensuite faites que comme ce quart est à cette somme, ainsi le sinus de l'angle du plan F A C soit à un autre sinus, dont l'angle étant ajouté à celui de l'inclination du plan, donne le double de l'angle de l'élevation de la piece ou du mortier que l'on demande.

Comme dans l'exemple pris cy-devant, posant que l'angle de l'inclination du plan A C au dessus du niveau des batteries A F est de 15 degrez; l'élevation perpendiculaire C F de 83 toises; la longueur horizontale A F de 310 to.; & la plus grande portée du mortier à l'angle de 45 deg. de 600 toises. Pour trouver quel angle d'élevation il faut donner au mortier pour faire porter la bombe du point A par exemple dans un château sur une montagne en C?

Je prens premierement 155 qui est la moitié de la distance horizontale A F, dont le quarré

2009 Ministerio de Cultura



LIV. III. CHAP. IV. Premiere pratique par les sinus.

24025 divisé par la hauteur perpendiculaire C F 83, fait au Quotient 289; à quoy j'ajoute 150 qui est le quart de la plus grande portée, & j'ay 439. Puis je fais que comme ce même quart 150 est à cette somme 439, Ainsi 25882 sinus de l'angle F A C de 15 degrez soit à un autre, c'est à dire à 75747 qui est le sinus de 49. 14′ & de son complement à deux droits 130. 46′; j'ajoute 15 degrez, à l'un & à l'autre & j'ay 64. 14′ & 145. 46′ dont les moitiés 32. 7′ & 72. 53′. sont les angles de la direction du mortier que l'on recherche. C'est à dire qu'élevant le mortier suivant l'un ou l'autre de ces deux angles, la bombe partant du point A avec une force capable de la porter à la longueur de 600 to. sous l'angle de 45 degrez, ira frapper au point C élevé sur l'horizon des batteries à la hauteur de 83 to. & élogné horizontalement de 310 to.

2009 Ministerio de Cultura

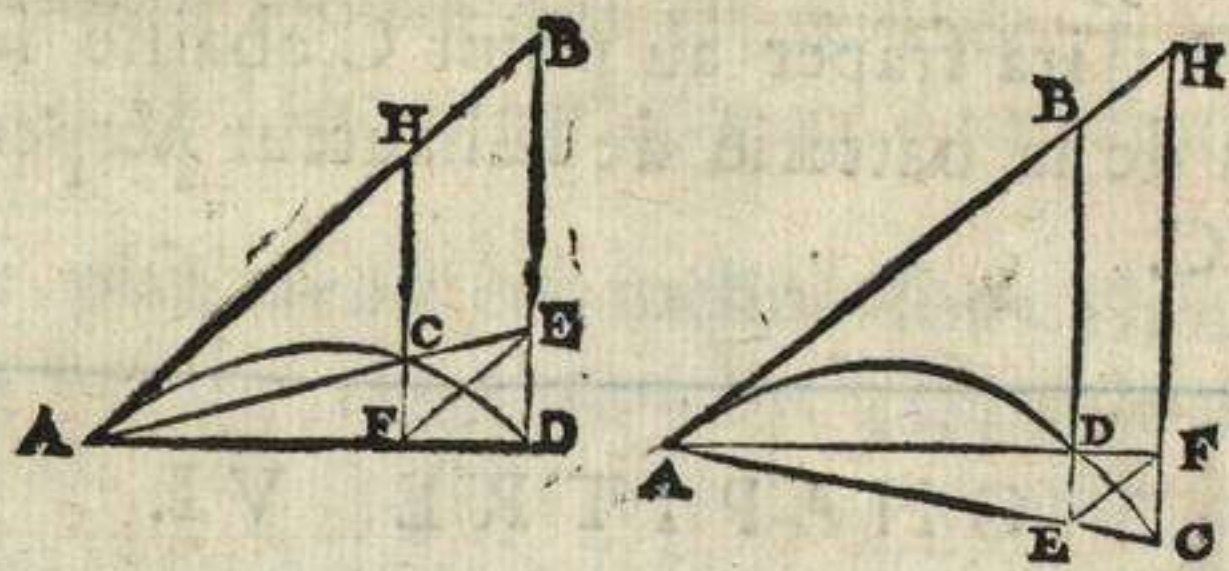
CHAPITRE V.

Seconde pratique par les ſinus.

2. FAITES que comme la moitié de la plus grande portée eſt à la moitié de la diſtance horizontale, ainſi le ſinus total ſoit à un autre, auquel il faut ajouter la tangente de l'inclination du plan s'il eſt incliné ſur l'horizon, ou l'ôter s'il eſt incliné au deſſous. Puis faite que comme le ſinus total eſt au ſinus du complement de l'angle du plan, ainſi cette ſomme ou difference ſoit à une autre, & vous aurez le ſinus d'un angle auquel ajoutant l'angle du plan l'inclination êtant au deſſus, ou l'ôtant ſi elle eſt au deſſous, & prenant la moitié de la ſomme ou de la difference, vous aurez l'angle de la direction du mortier que vous cherchez.

Comme dans la même hypotheſe ſi le plan eſt incliné ſur l'horizon: Multipliant 155 moitié de la diſtance horizontale A F par le ſinus droit 100000, & diviſant le produit 15500000 par 300, qui eſt la moitié de la plus grande portée, j'ay 51666: à quoy j'ajoute 26795 tangente de l'angle du plan de 15 deg. & la ſomme eſt 78455; Que je multiplie par 96593 ſinus de 75 degrez complement de l'angle du plan; Et je diviſe le produit 7578203815 par le ſinus total 100000,

2009 Ministerio de Cultura



LIV. III. CHAP. V. Seconde pratique par les sinus.

pour avoir 75782 sinus de l'angle de 49. 16′ & de son complement à deux droits 130. 44′; & ajoutant 15 degrez de l'angle du plan à l'un & à l'autre, j'ay 64. 16 & 145. 44′ dont les moitiez me donnent 32. 8′ & 72. 52′ pour les angles que l'on demande.

Et si le plan est incliné sous l'horizon; j'ôte 26795 tangente de l'angle du plan, de la somme trouvee 51666. Et le reste est 24865, que je multiplie par les mêmes 96593 sinus de 75 deg. complement de l'angle du plan FAC; dont le produit 2402364503 doit être divisé par le sinus total 100000, & le Quotient 24023 est sinus de l'angle de 13. 54′, & de son complement à deux droits 166. 6′. Enfin ôtant 13. 54′. de 15 deg., & 15 deg. de 166. 6′. Il vient 1. 6′ sous l'horizon, & 151. 6′ au dessus; dont les moitiez sçavoir 33′ sous l'horizon & 75. 33′ au dessus, sont les angles de la position que l'on recherche. C'est à dire qu'élevant le mortier suivant la direction de 75. 33′ sur l'horizon, ou l'abaissant suivant

ARCHIVO FABRICIANO
2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. I. Seconde pratique par les sinus.

celle de 33′ au dessous, la bombe partant du point A, ira fraper au point C abaissé sous le niveau de la batterie de la hauteur perpendiculaire FC.

CHAPITRE VI.

Troizième pratique par les sinus.

CHAP. VI. 3. Troisième pratique par les sinus.

MULTIPLIEZ le sinus du complement de l'angle du plan par la distance horizontale & divisez le produit par la plus grande portée ; le Quotient sera un nombre auquel ajoutant celui de la même inclination si elle est sur l'horizon, ou l'ôtant si elle est dessous; l'on aura le sinus d'un angle auquel il faut ajouter ou ôter l'angle de l'Inclination du plan & prendre la moitié de la somme ou de la difference pour avoir celui de la position du mortier que l'on demande.

Comme si je multiplie 96593 sinus de 75 deg. complement de l'inclination du plan sur l'horizon, par 310 longueur horizontale ; & divisant le produit 29943830 par 600 de la plus grande portée, j'ajoute au Quotient 49906 le sinus de la même inclination 25882, il viendra 75788 qui est le sinus de l'angle de 49. 16′ & de son complement à deux droits 130. 44′, à quoy ajoutant 15 deg. de l'élevation du plan, j'ay 64. 16′, & 145.

2009.Ministerio de Cultura

44', dont la moitié qui eſt 32. 8' & 75. 52' ſont les angles de l'élevation que je dois donner au mortier.

LIV. III. CHAP. VI. Troiſiéme pratique par les Sinus.

Si le plan avoit êté incliné ſous l'horizon, j'aurois ôté du même nombre 49906 le même ſinus 25882, & le reſte m'auroit donné 24024 Sinus de l'angle de 13.54' & de ſon complement à deux droits 166. 6'; ainſi ôtant 13. 54' de 15 deg., & 15 deg. de 166. 6': Il vient 1. 6' ſous l'horizon & 151. 6 au deſſus, dont la moitié 33' ſous l'horizon & 75. 33' au deſſus, ſont les angles de poſition demandez.

CHAPITRE VII.

Quatriéme pratique par les ſinus.

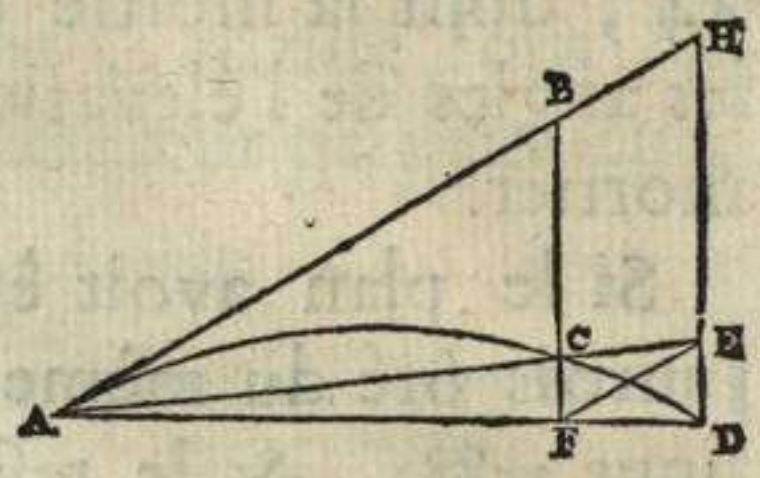
CHAP. VII. Quatriéme pratique par les ſinus.

4. SI le plan eſt incliné ſur l'horizon ôtez de la plus grande portée la hauteur perpendiculaire, & multipliez le reſte par la même hauteur; Puis ayant diviſé le produit par la longueur du plan incliné, ôtez le quotient de la même longueur, & prenez la moitié du reſte, qu'il faut ajouter au même Quotient. Enſuite il faut faire que comme cette ſomme eſt à la moitié de la plus grande portée, ainſi le ſinus total eſt à un autre; Et vous aurez la ſecante d'un angle, auquel ajoutant ou ôtant l'angle du plan; Il vient un autre angle qu'il faut ôter ou ajou-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. VII. Quatriéme pratique par les sinus.

ter à l'angle droit, pour en avoir encore un autre dont la moitié eſt le complement de l'angle de l'êlevation du mortier que l'on recherche.



Comme ſi demeurant dans la même ſuppoſition, il faloit tirer dans un château ſur une montagne en C êlevé ſur le plan de la batterie A F de la hauteur perpendiculaire F C 83 to., à la diſtance de 320 to. ſur le plan A C incliné de 15 deg. ſur le niveau de la batterie ; ſuppoſant la plus grande portée du mortier de 600 to. Aprés avoir ôté la hauteur F C 83 to. de 600; je multiplie le reſte 517 par F C 83, & je diviſe le produit 42911 par A C 320, pour avoir 134 au quotient, que j'ôte de A C 320, puis je prens la moitié du reſte 186 qui eſt 93 que j'ajoute au quotient 134, & j'ay 227. Enſuite je fais que comme 227 eſt à 300 moitié de la plus grande portée, ainſi 100000 ſinus total eſt à un autre; Et j'auray 132158 ſecante de l'angle de 40. 50′; auquel ajoutant ou ôtant l'angle du plan de 15 deg., il vient 55. 50′, & 25. 50′ qu'il faut ôter ou ajouter à 90 degrez pour avoir 34.10′ & 115. 50′ dont les moitiés ſont 17. 5′ & 57. 55′, qui ſont les complemens de 72. 58′ & 32. 5′ angles de la poſition du mortier que l'on demande.

Si l'inclination du plan eſt ſous l'horizon, ajoutez

2009 Ministerio de Cultura

ajoutez la plus grande portée à la hauteur perpendiculaire & multipliez la ſomme par la même hauteur : Puis ayant diviſé le produit par la longueur du plan incliné , ajoutez le quotient à la même longueur & ôtez le même Quotient de la moitié de la ſomme ; Enſuite faites que comme ce reſte eſt à la moitié de la plus grande portée , ainſi le ſinus total eſt à un autre, qui ſera la ſecante d'un angle , duquel ôtant ou ajoutant l'angle du plan , il vient un autre angle qu'il faut ôter ou ajouter à l'angle droit ; Et le reſte où la ſomme eſt le double du complement de l'angle que l'on recherche.

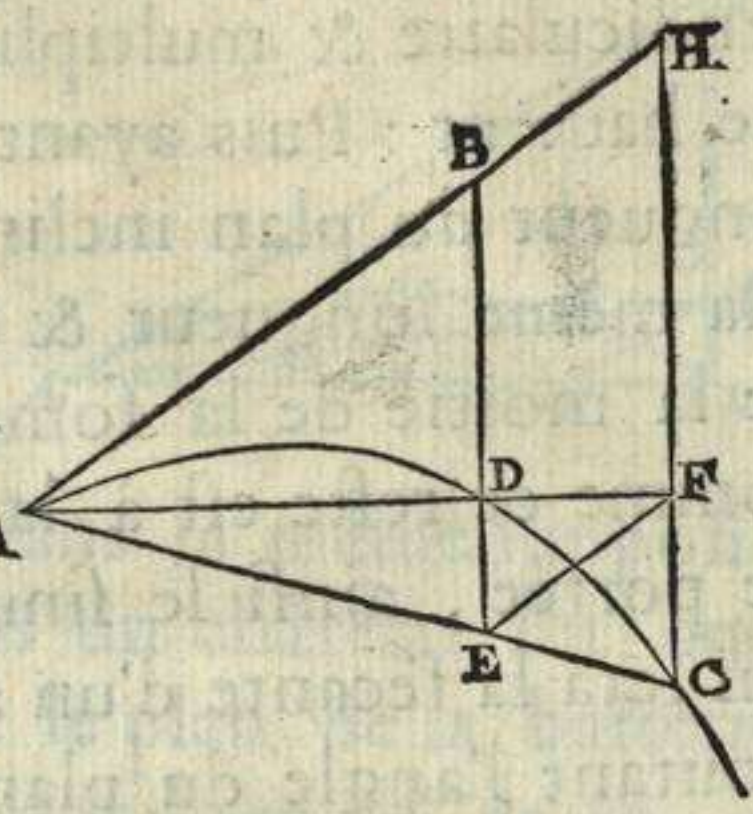
LIV. III. CHAP. VII. Quatriéme pratique par les ſinus.

Come ſi dans la même hypotheſe , il faloit tirer dans quelque endroit au fonds d'une vallée en C abaiſſé ſous le niveau de la batterie A F de la hauteur perpendiculaire F C 83 to. à la diſtance de 320 toiſes ſur le plan A C incliné de 15 degrez, ſuppoſant toujours la plus grande portée de 600 toiſes. Ayant ajouté la plus grande portée 600 à la hauteur perpendiculaire 83 ; Je multiplie leur ſomme 683 par la même hauteur 83 , & je diviſe le produit 56689 par 320 longueur du plan incliné , qui me fait 177 au quotient ; lequel ajouté à la même longueur 320, fait 497 dont la moitié eſt 249 , d'où j'ôte le même quotient 177 , & j'ay 72 pour le reſte. Enſuite ayant multiplié le ſinus total 100000 par la moitié de la plus grande portée 300

2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. VII. Quatriéme pratique par les sinus.

& diviſé le produit 3000000 par 72, il vient 41666 qui eſt la ſecante de l'angle 76. 7′ duquel ôtant & ajoutant l'angle du plan 15 deg., j'ay 61. 7′ & 91. 7′. Puis ôtant le premier & ajoutant le dernier à 90 degrez, il me vient 24. 53′ & 181. 7′ dont la moitié eſt 14. 26′ $\frac{1}{2}$, & 90. 33 $\frac{1}{2}$′, complements de 75. 33 $\frac{1}{2}$′, ſur l'horizon, & de 33 $\frac{1}{2}$′ au deſſous, pour la poſition du mortier que l'on demande.



CHAPITRE VIII.

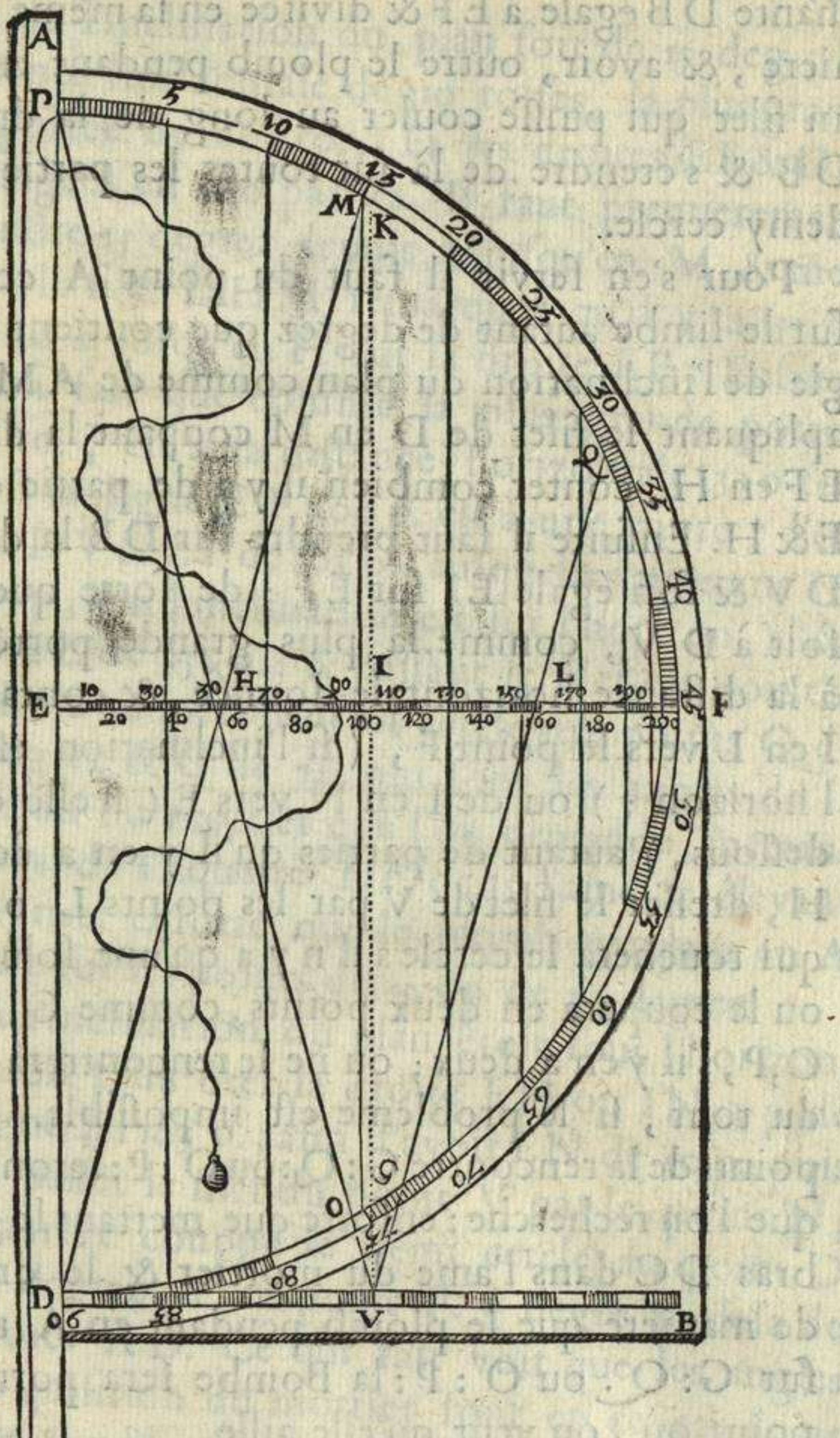
Cinquiéme Pratique par le demi cercle de Torricelli rectifié.

CHAP. VIII. Cinquiéme pratique par le demi cercle de Torricelli rectifié.

IL y a des inſtrumens qui peuvent ſans s'embaraſſer de tant de calcul, donner les mêmes angles. Le premier eſt le demi cercle de Torricelli A F D que nous avons expliqué cy-devant avec les diviſions tant des 90 degrez autour du limbe entier à commencer du point A, que d'un grand nombre de parties égales ſur le demi diamettre perpendiculaire E F; Il ne faut qu'y ajouter en bas au point D, une tou-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. VIII. Cinquiéme pratique par le demicercle de Torricelli rectifié.



2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. VIII. Cinquiéme pratique par le demi cercle de Torricelli rectifié,

chante DB égale à EF & diviſée en la même maniere, & avoir, outre le plomb pendant en A, un filet qui puiſſe couler au long de la droite DB & s'étendre de là ſur toutes les parties du demy cercle.

Pour s'en ſervir il faut du point A conter ſur le limbe autant de degrez que contient l'angle de l'inclination du plan comme de AM; Et apliquant le filet de D en M coupant la droite EF en H, conter combien il y a de partie entre E& H. Enſuite il faut prendre ſur DB la droite DV & ſon égale EI ſur EF; de ſorte que DB ſoit à DV, comme la plus grande portée eſt à la diſtance horizontale donnée, & contant de I en L vers le point F, (ſi l'inclination eſt ſur l'horizon;) ou de I en N vers E (ſi elle eſt au deſſous,) autant de parties qu'il y en a de E en H, dreſſer le filet de V par les points L ou N, qui touchera le cercle s'il n'y a qu'une ſolution; ou le coupera en deux points, comme G, Q ou O,P, s'il y en a deux; ou ne le rencontrera point du tout, ſi le probleme eſt impoſſible. Et les points de la rencontre G:Q: ou O:P: ſeront ceux que l'on recherche: enſorte que mettant le grand bras DC dans l'ame du mortier & le dreſſant de maniere que le plomb pendant en A tombe ſur G:Q: ou O:P: la Bombe ſera portée au point où l'on veut qu'elle aille.

Comme dans nôtre exemple ſuppoſé que l'an-

2009 Ministerio de Cultura

gle de l'inclination du plan ſoit de 15 deg., la distance horizontale de 310 toiſes, la plus grande portée de 600 to., Et les droites EF & DB partagées en 200 parties. Il faut premierement prendre 15 degrez depuis A juſqu'en M & menant le filet DHM remarquer qu'il y a 53 p. depuis E juſqu'en H ſur la droite EF ; Enſuite ſi l'on fait que comme la plus grande portée 600 to., eſt à la diſtance horizontale 310 to., Ainſi la ligne EF 200 p. eſt à une autre ? l'on aura DV & EI de 103 p., auſquelles ajoutant IL de 53 p., (ſi l'inclination eſt ſur l'horizon,) l'on aura EL de 156 p. ; & paſſant le filet du point V par L, il coupera le demi cercle aux points Q de 32 degrez & G de 73 qui ſont les angles de la poſition du mortier que l'on demande, mettant le bras de l'Equerre DC dans l'ame & élevant le mortier enſorte que le plomb pendant en A tombe ſur les points de 32 ou de 73 degrez.

LIV. III. CHAP VIII. Cinquiéme pratique par le demicercle de Torricelli rectifié.

Si l'inclination du plan êtoit ſous l'horizon, il auroit fallu ôter la droite EH ou IN 53 p. de la ligne EI 103 p., afin d'avoir EN de 50 p. ; puis faire paſſer le filet du point V par le point N, qui auroit couppé le demi cercle au point O $75\frac{1}{2}$ degrez & au point P. $\frac{1}{2}$ degré au dela de la droite AD. Ce qui fait voir que les angles de la poſition du mortier ſont en ce cas de 75 $\frac{1}{2}$ deg. ſur l'horizon & d'un demi degré au deſſous. C'eſt à dire que le bras DC êtant mis dans

2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. VIII. Cinquiéme pratique par le demi cercle de Torricelli rectifié.

l'ame du mortier, il faut le hauſſer enſorte que le plomb tombe ſur le point O de 75. 30′, ou l'abaiſſer de maniere que le même plomb coupe le demi cercle prolongé au dela du diametre A D au point P à la diſtance d'un demi degré depuis le point A.

2009 Ministerio de Cultura

LIVRE QUATRIE'ME. LIV. IV.

Pratique Univerſelle.

CHAPITRE PREMIER.

Conſtruction d'un inſtrument pour toutes ſortes de jets.

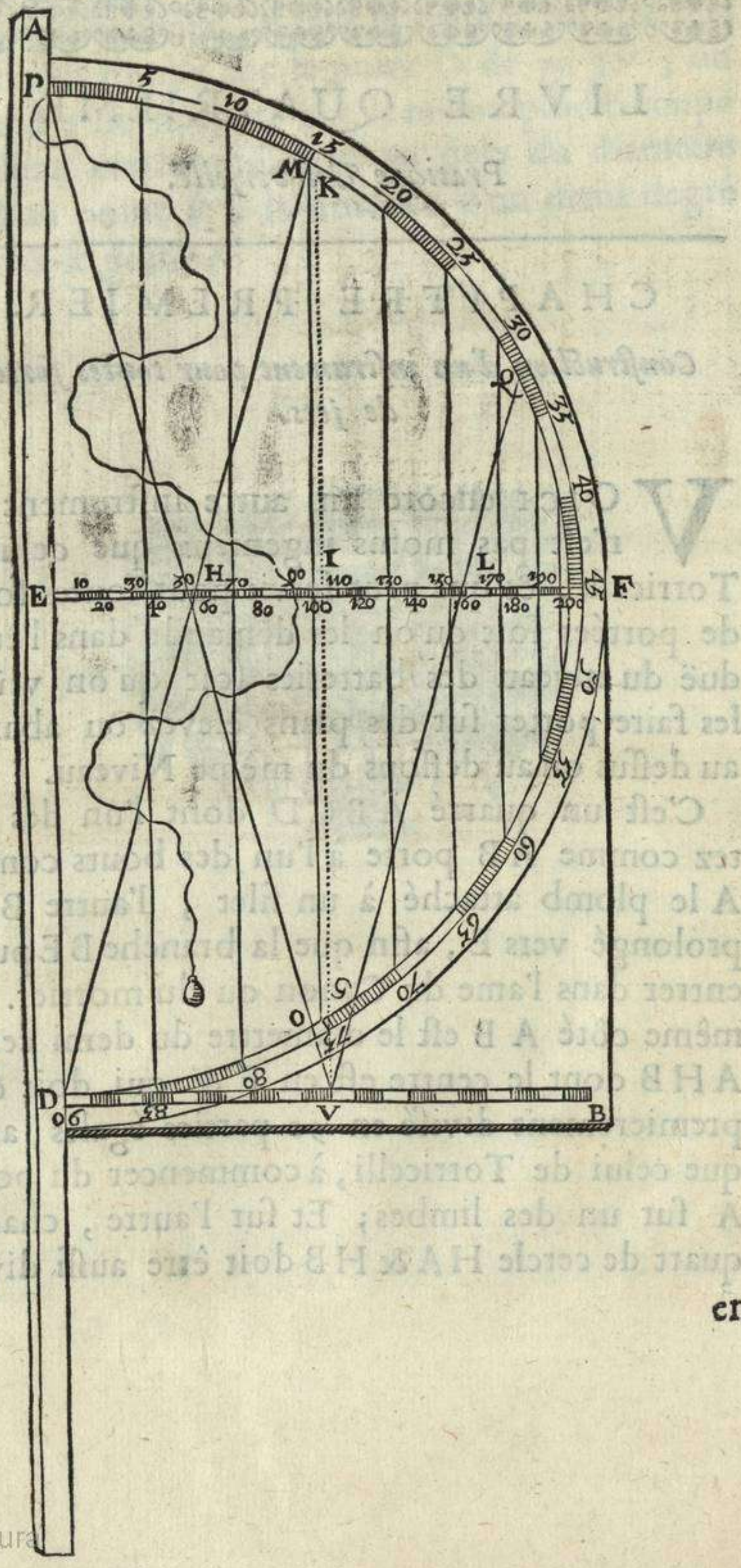
CHAP. I. Conſtruction d'un inſtrument pour toutes ſortes de jets.

VOICI encore un autre inſtrument qui n'eſt pas moins ingenieux que celui de Torricelli, & qui peut ſervir pour toutes ſortes de portées ſoit qu'on les demande dans l'êtenduë du niveau des batteries ſoit qu'on veüille les faire porter ſur des plans êlevez ou abaiſſez au deſſus ou au deſſous du même Niveau.

C'eſt un quarré A B C D dont l'un des côtez comme A B porte à l'un des bouts comme A le plomb attaché à un filet, l'autre B eſt prolongé vers E, afin que la branche B E puiſſe entrer dans l'ame du Canon ou du mortier. Le même côté A B eſt le diamettre du demi cercle A H B dont le centre eſt en F & qui doit être premierement diviſé en 90 parties égales, ainſi que celui de Torricelli, à commencer du point A ſur un des limbes; Et ſur l'autre, chaque quart de cercle H A & H B doit être auſſi diviſé

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. CHAP. I. Construction d'un instrument pour toutes sortes de jets.



en

2009 Ministerio de Cultura

en 90 deg. à commencer du point H. Le demi-diametre perpendiculaire FH continué juſqu'en G, enſorte que HG ſoit égale à FH, doit être auſſi partagé en un tres-grand nombre de parties égales à commencer du point F ; & l'on fait paſſer, par chacun de ſes points, des Guides paralleles au diametre AB & traverſant juſqu'aux deux côtez oppoſez AC : BD : qui par ce moïen ſe trouveront diviſez comme la droite FG. Il faut enfin qu'il y ait un filet attaché au centre F. Voila tout ce qu'il faut pour ſa conſtruction.

LIV. IV. CHAP. I. Conſtruction d'un inſtrument pour toutes ſortes de jets.

CHAPITRE II.

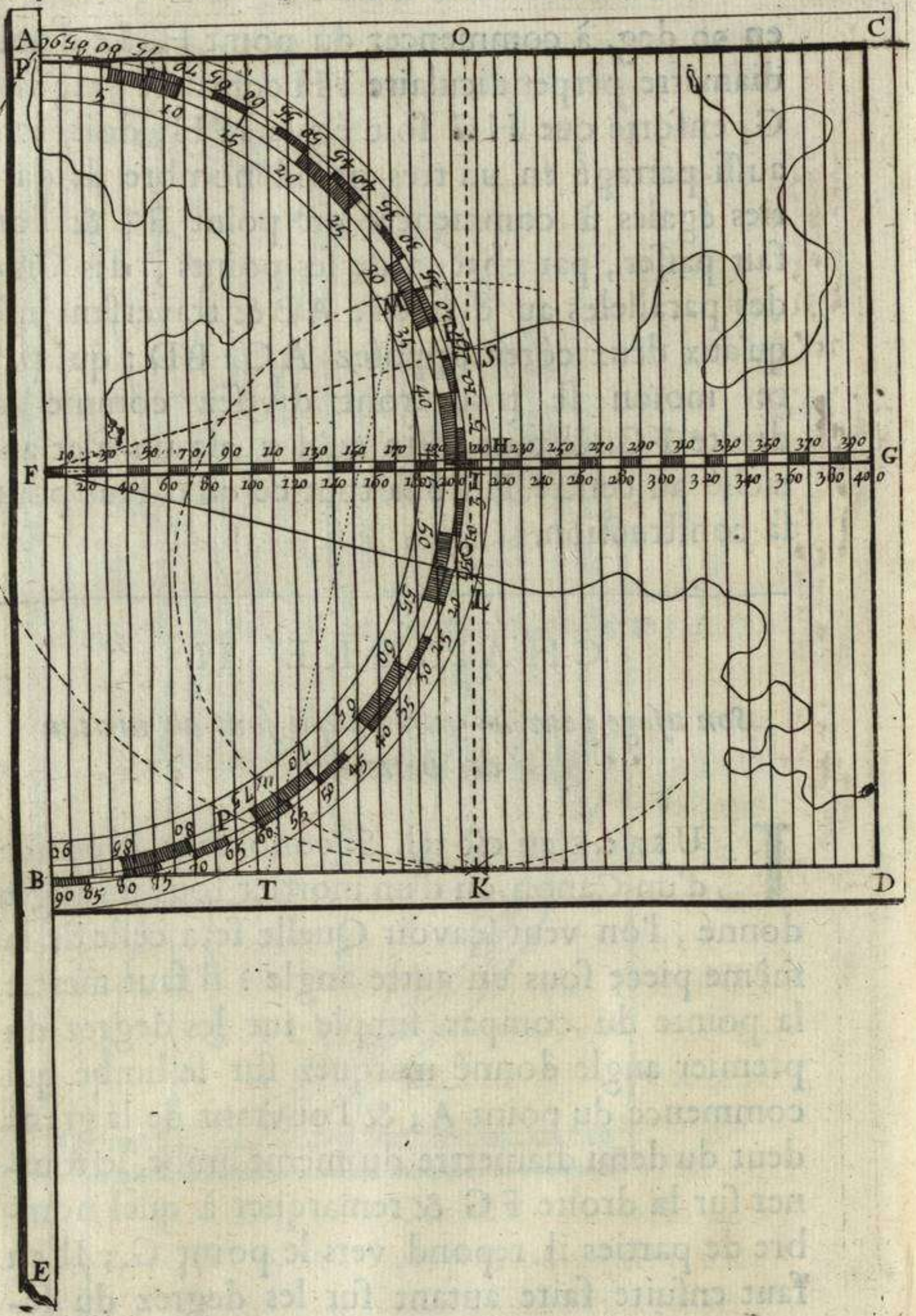
Son uſage pour les portées qui ſont au niveau des batteries.

L'USAGE en eſt tel. Si conoiſſant la portée d'un Canon ou d'un mortier ſous un angle donné, l'on veut ſçavoir Quelle ſera celle de la même piece ſous un autre angle ? il faut mettre la pointe du compas ſimple ſur les degrez du premier angle donné marquez ſur le limbe qui commence du point A, & l'ouvrant de la grandeur du demi diamettre du même limbe, le tourner ſur la droite FG & remarquer à quel nombre de parties il repond vers le point G. ; Il en faut enſuite faire autant ſur les degrez du ſe-

CHAP. II. Son uſage pour les portées qui ſont au niveau des batteries.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV.
CHAP II.
Son uſage pour les portées qui ſont au niveau des batteries.



2009 Ministerio de Cultura

cond angle : Car les parties de la droite FG coupées par le premier angle ſont aux parties coupées par le ſecond, comme l'êtenduë de la portée conuë ſous l'élevation du premier angle, eſt à celle que l'on cherche ſous l'êlevation du ſecond.

LIV. IV. CHAP. II. Son uſage pour les portées qui ſont au niveau des batteries.

Comme ſi le côté FG êtant diviſé en 400 parties, l'on propoſe Quelle ſera la portée d'un mortier êlevé de 30 degrez, ſuppoſé qu'il ait chaſſé à la longueur de 400 to. ſous l'êlevation de 21 deg. ? Il faut ouvrir le compas de la grandeur du demi diametre FA, & l'aïant poſé ſur le bord du demi cercle au point de 21 deg., le tourner du côté de G ſur la droite FG, & remarquer à quel point il repond de la même ligne, qui ſera dans cet exemple au point 266. Enſuite ayant poſé la pointe du compas ſur le point de 30 degrez, il faut voir où il coupe la même FG qui doit être au point 346. Enfin il faut faire que comme 266 eſt à 346, ainſi la portée du mortier donnée de 400 toiſes ſous l'angle de 21 degrez eſt à un autre ; Et l'on aura peu plus de 520 toiſes pour la portée du même mortier êlevé ſous l'angle de 30 degrez.

Si poſant la portée de 400 toiſes ſous l'élevation de 21 deg. l'on vouloit ſçavoir à quel angle il faudroit l'êlever pour chaſſer à 520 to. ? Ayant mis la pointe du compas ſur 21 deg., & vû qu'il coupe 266 parties ſur la droite FG, il

2009 Ministerio de Cultura

L. IV. CHAP. II. Son usage pour les portées qui sont au niveau des batteries.

faut faire que comme la portée de 400 to. est à celle de 520 to., ainsi 266 soit à un autre; & il viendra 346; au point duquel sur la droite G F il faut mettre la pointe du compas toûjours ouvert de la grandeur du demi diametre F A, & voir où il coupera le demi cercle comme aux points 30 & 60. Qui sont les angles de l'élevation du mortier pour le faire chasser à la distance de 520 to., supposé qu'il ait porté à celle de 400 to. sous l'élevation de 21 degrez.

CHAPITRE III.

Pour les portées qui ne sont pas au niveau des batteries.

CHAP. III. Pour les portées qui ne sont pas au niveau des batteries.

LA difficulté n'est pas plus grande pour determiner les portées vers les endroits élevez ou abaissez sous l'horizon; supposé que l'on conoisse la plus grande portée de la piece ou du mortier, l'angle de l'inclination du plan & la distance horizontale, si c'est l'angle de l'élevation du mortier que l'on cherche: ou que l'on conoisse les angles du plan & du mortier, avec la plus grande portée, si c'est la distance horizontale, ou la longueur du plan incliné, ou enfin la hauteur perpendiculaire que l'on demande.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. CHAP. IV. Trouver l'élevation de la piece, quand l'inclination eſt au deſſus du niveau des bateries.

CHAPITRE IV.

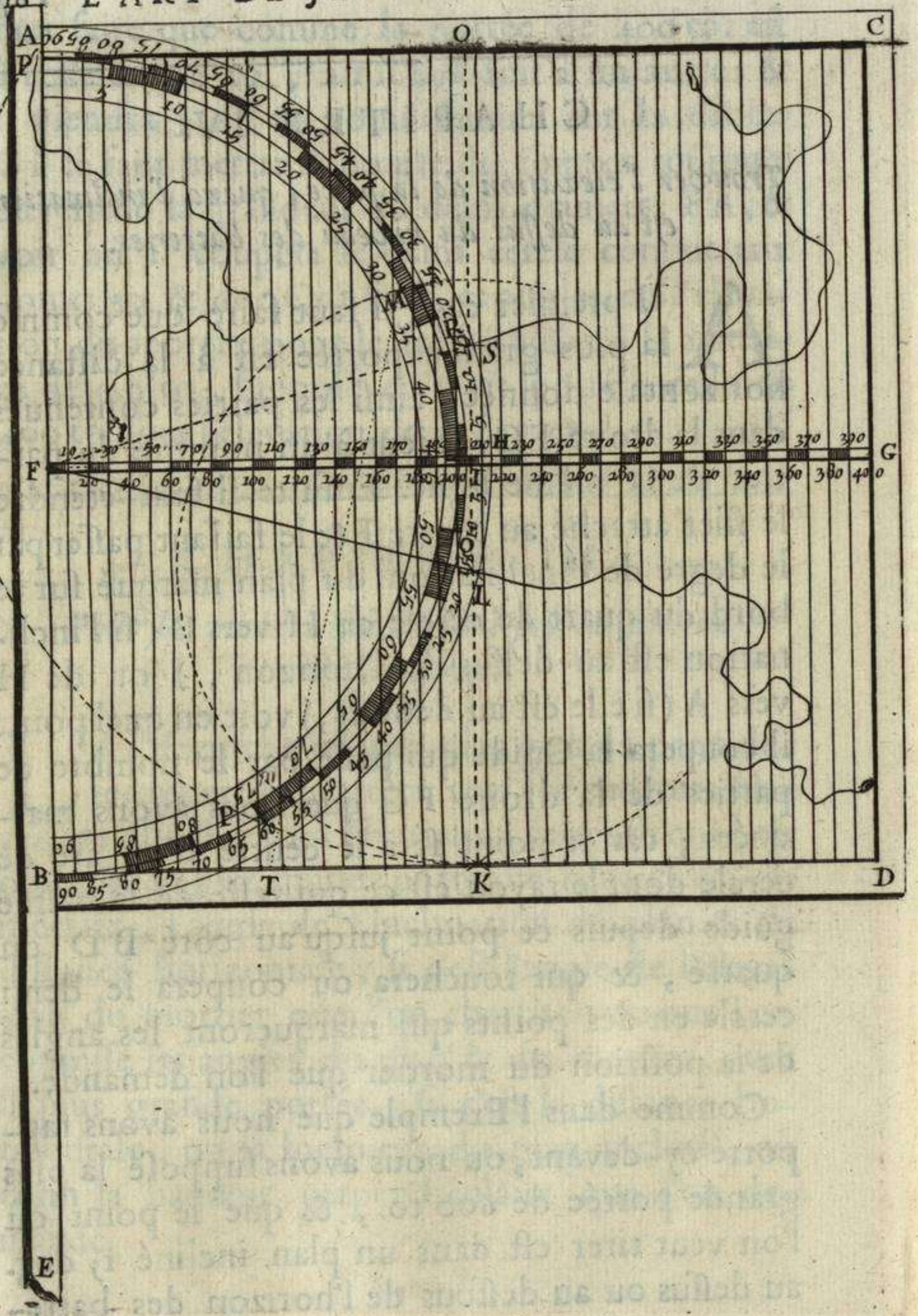
Trouver l'élevation de la piece, quand l'inclination eſt au deſſus du niveau des batteries.

AU premier cas, il faut faire que comme la plus grande portée eſt à la diſtance horizontale donnée, ainſi les parties contenuës dans la droite F G, ſoient à un nombre de parties de la même ligne. Enſuite il faut étendre le filet attaché au centre F & le faiſant paſſer par le degré de l'inclination du plan marqué ſur le bord du quart de cercle de H vers B (ſi l'inclination eſt au deſſus de l'horizon,) ou de H vers A (ſi elle eſt au deſſous,) voir en quel point il coupera la Guide qui paſſe par le nombre de parties de la droite F G que nous avons marquées ; car le point ſera le centre d'un arc de cercle dont le rayon eſt ce qui reſte de la même guide depuis ce point juſqu'au côté B D du quarré, & qui touchera ou coupera le demi cercle en des points qui marqueront les angles de la poſition du mortier que l'on demande.

Comme dans l'Exemple que nous avons rapporté cy-devant, ou nous avons ſuppoſé la plus grande portée de 600 to., & que le point où l'on veut tirer eſt dans un plan incliné 15 deg. au deſſus ou au deſſous de l'horizon des batte-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV.
CHAP. IV.
Trouver l'élevation de la piece, quand l'inclination est au dessus du niveau des batteries.



2009 Ministerio de Cultura

ries à la distance horizontale de 310 to.; Il faut premierement faire que comme 600 to. est à 310, ainsi 400 parties de la droite F G est au nombre 206 qui repond au point I sur la même F G, par où il faut entendre que passe la Guide K I O parallele au diametre A B; Ensuite en faisant passer le filet du point F par Q où il y a 15 deg. depuis H vers B (si l'élevation est sur l'horizon,) remarquer le point L où il coupera la Guide I K; & ce point L, sera le centre sur lequel mettant la pointe du compas ouvert de l'étenduë L K, & décrivant un arc de cercle, il touchera le demi cercle, si le probleme n'a qu'une solution; ou le coupera en deux points comme M *m* s'il en a deux; ou ne le rencontrera point du tout, s'il est impossible; & les points de la rencontre M *m* marqueront sur le bord interieur du demi cercle, dont les degrez commencent du point A, les angles de la position du mortier que l'on demande. C'est à dire que dans nôtre hypothese le point M donnera l'angle de 32 degrez & *m* celui de 72; sur lesquels il faut que le plomb pendant en A tombe, lors que le bras B E est au dedans de l'ame du mortier.

LIV. IV. CHAP. IV. Trouver l'élevation de la piece, quand l'inclination est au dessus du niveau des batteries.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. CHAP. V. Trouver l'élevation de la piece, quand l'inclination eſt au deſſus du niveau des batteries.

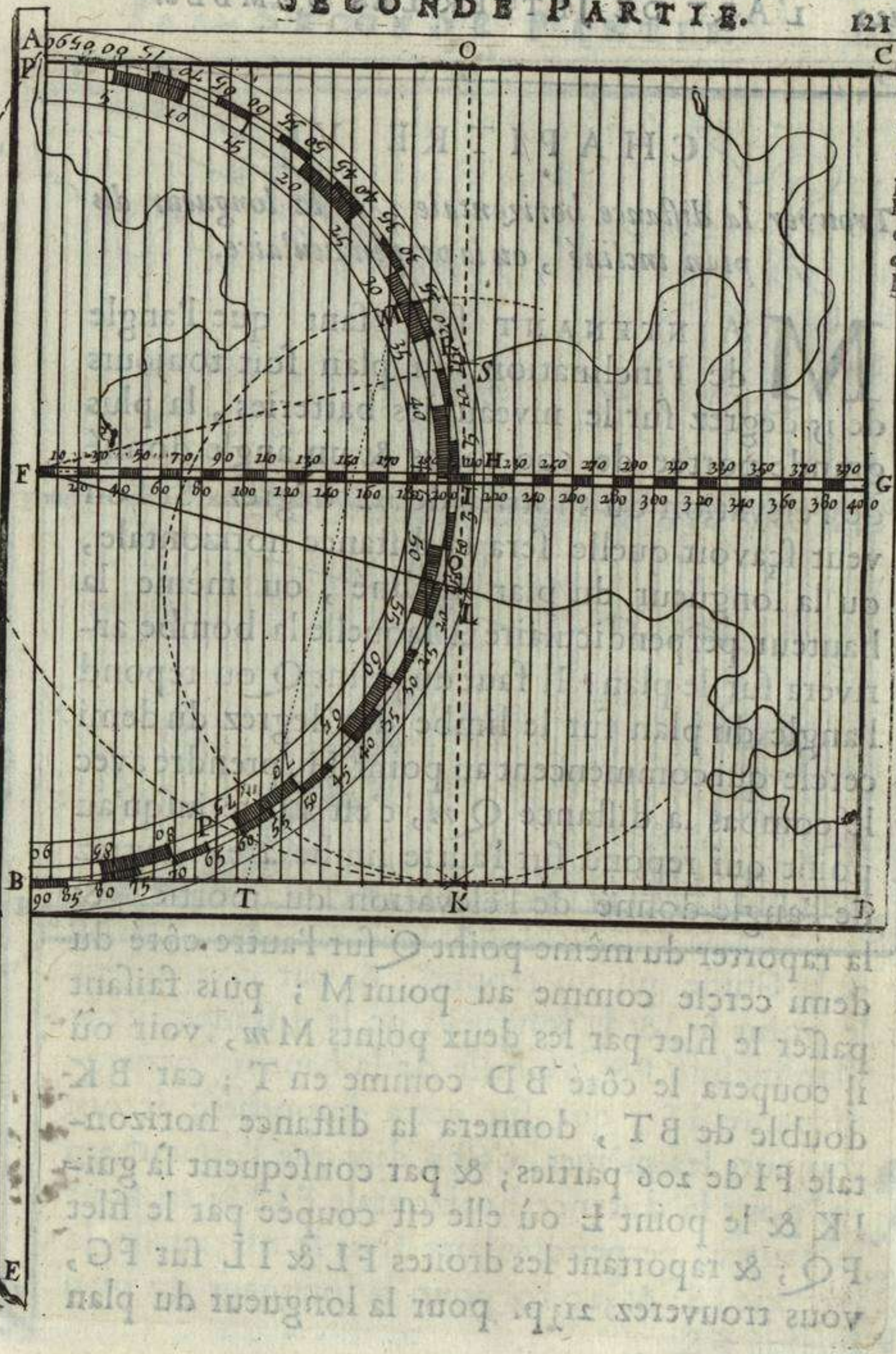
CHAPITRE V.

Trouver l'élevation de la piece, quand l'inclination eſt au deſſus du niveau des batteries.

SI ſur la même ſuppoſition, l'inclination du plan êtoit au deſſous du niveau de la batterie, il faudroit prendre l'arc de 15 degré de ſon inclination du point H vers A comme HR, & paſſant le filet du point F par R, voir où il coupe la Guide KIO comme en S, où mettant la pointe du compas, ouvert de l'êtendue SK, faire l'arc KP*p* qui coupera le demi cercle en P où il y a 75. 30′, & en *p* au dela du point A à la diſtance de 30′. qui ſont ceux de la poſition du mortier que l'on cherche. De maniere que le hauſſant de telle ſorte que le bras BE êtant dans l'ame du mortier, le plomb tombe du point A ſur 75, 30′, où le baiſſant tellement qu'il tombe ſur le point *p* au dela du point A de 30′, la bombe ira frapper au lieu abaiſſé ſous l'horizon comme on le demande.

CHAP. VI.

2009 Ministerio de Cultura



LIV. IV.
CHAP V.
Trouver l'élevation de la piece, quand l'inclination eſt au deſſous du niveau des batteries.

2009 Ministerio de Cultura

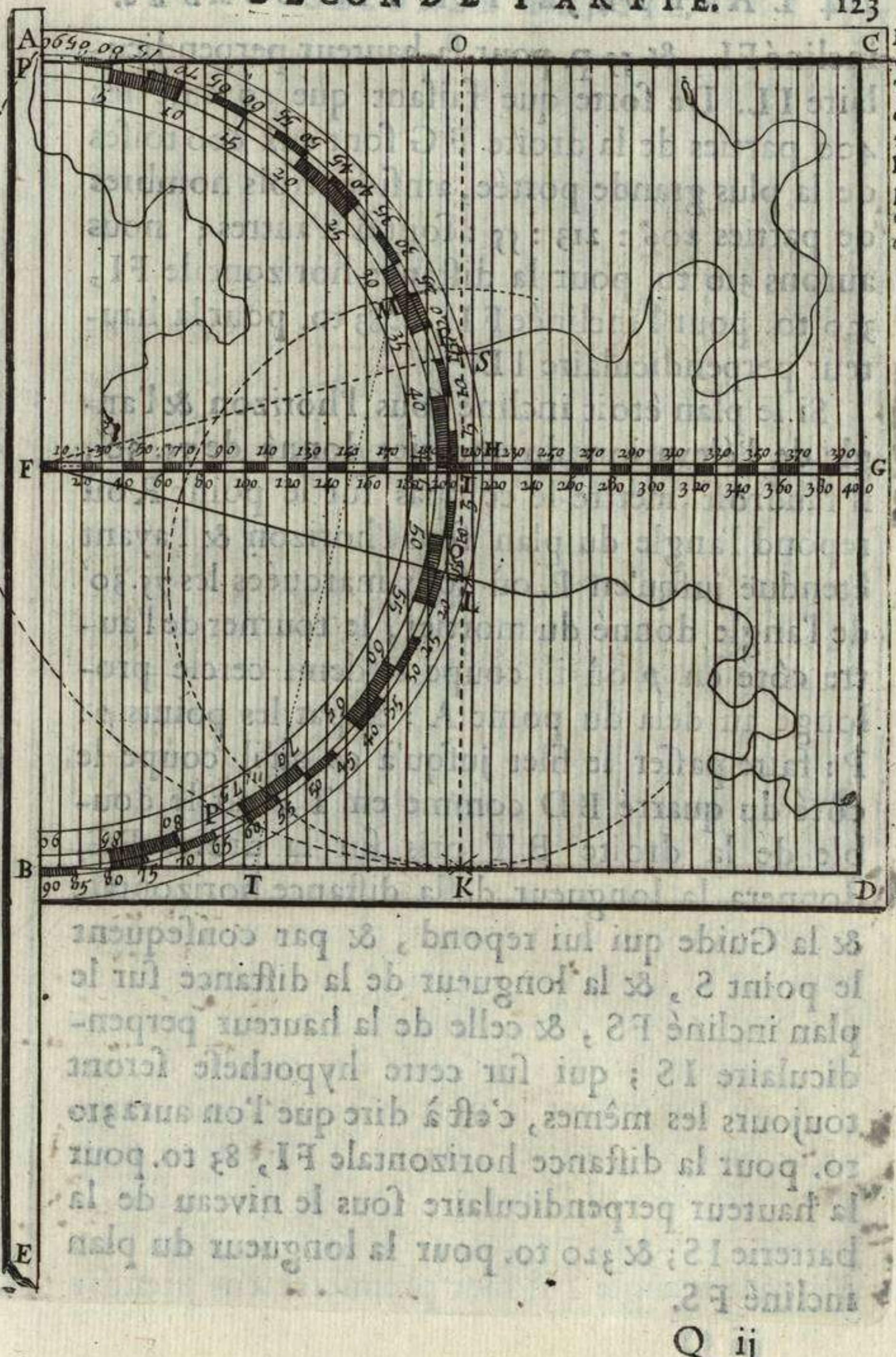
LIV. IV. CHAP. VI. Trouver la distance horizontale ou la longueur du plan incliné, ou la perpendiculaire.

CHAPITRE VI.

Trouver la distance horizontale, ou la longueur du plan incliné, ou la perpendiculaire.

MAINTENANT supposant que l'angle de l'inclination du plan soit toujours de 15 degrez sur le niveau des batteries, la plus grande portée de 600 toises & un angle donné de l'élevation du mortier de 72 degrez. Si l'on veut sçavoir quelle sera la distance horizontale, ou la longueur du plan incliné, ou même la hauteur perpendiculaire à laquelle la bombe arrivera sur le plan? Il faut du point Q ou repond l'angle du plan sur le limbe des degrez du demi cercle qui commencent au point H, prendre avec le compas la distance Q *m*, c'est à dire jusqu'au point qui repond sur l'autre limbe à 72 degrez de l'angle donné de l'élevation du mortier, & la raporter du même point Q sur l'autre côté du demi cercle comme au point M; puis faisant passer le filet par les deux points M *m*, voir où il coupera le côté B D comme en T; car B K double de B T, donnera la distance horizontale F I de 206 parties; & par consequent la gui- I K & le point L où elle est coupée par le filet F Q; & raportant les droites F L & I L sur F G, vous trouverez 213 p. pour la longueur du plan

2009 Ministerio de Cultura



LIV. IV.
CHAP. VI.
Trouver la distance horizontale, ou la longueur du plan incliné, ou la perpendiculaire.

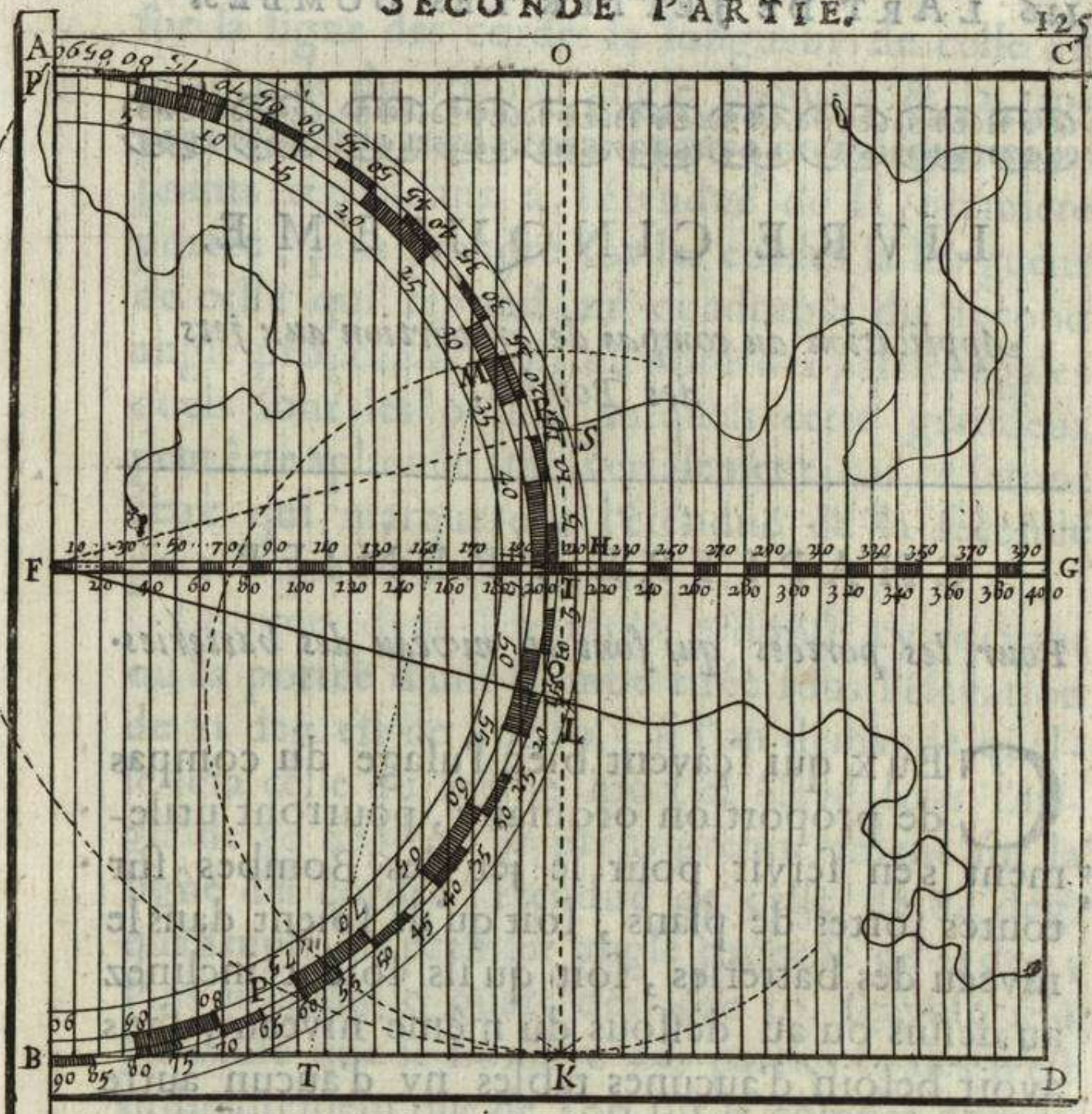
2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. CHAP. VI. Trouver la distance horizontale, ou la longueur du plan incliné, ou la perpendiculaire.

incliné F L, & 55 p. pour la hauteur perpendiculaire I L. De sorte que faisant que comme les 400 parties de la droite F G sont aux 600 toises de la plus grande portée, ainsi les trois nombres de parties 206 : 213 : 55 : sont à d'autres ; nous aurons 310 to. pour la distance horizontale F I, 320 to. pour l'inclinée F L, & 83 to. pour la hauteur perpendiculaire I L.

Si le plan étoit incliné sous l'horizon & l'angle de l'élevation du mortier donné de 75. 30′, il faudroit mettre le compas sur le point R où repond l'angle du plan sous l'horizon & l'ayant étenduë jusqu'en P. où sont marquées les 75. 30′ de l'angle donné du mortier, le tourner de l'autre côté en *p* où il coupe le demi cercle prolongé au dela du point A ; & par les points *p* : P : faire passer le filet jusqu'à ce qu'il coupe le côté du quarré B D comme en T ; car le double de la droite B T pris sur la droite F G, donnera la longueur de la distance horizontale & la Guide qui lui repond, & par consequent le point S, & la longueur de la distance sur le plan incliné F S, & celle de la hauteur perpendiculaire I S ; qui sur cette hypothese seront toujours les mêmes, c'est à dire que l'on aura 310 to. pour la distance horizontale F I, 83 to. pour la hauteur perpendiculaire sous le niveau de la batterie I S ; & 320 to. pour la longueur du plan incliné F S.

2009 Ministerio de Cultura



LIV. IV. CHAP. VI. Trouver la distance horizontale, ou la longueur du plan incliné ou la perpendiculaire.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. V.

LIVRE CINQUIE'ME.

Application du compas de proportion aux jets des Bombes.

CHAPITRE PREMIER.

Pour les portées qui ſont au niveau des batteries.

CHAP. I. Uſage du compas de proportion pour les portées qui ſont au niveau des batteries.

CEux qui ſçavent bien l'uſage du compas de proportion ordinaire, pourront utilement s'en ſervir pour le jet des Bombes ſur toutes ſortes de plans, ſoit qu'ils ſoient dans le niveau des batteries, ſoit qu'ils ſoient inclinez au deſſus ou au deſſous du même niveau, ſans avoir beſoin d'aucunes tables ny d'aucun autre inſtrument que d'un compas commun. Car prenant ſur la ligne des cordes le double des ſinus des angles propoſés, l'on pourra leur trouver des proportionelles ſur celle des parties égales.

Ainſi conoiſſant la portée horizontale d'une piece ou d'un mortier ſuivant la direction d'un angle donné; ſi l'on veut ſçavoir quelle ſera la portée de la même piece ſuivant la direction d'un autre angle ? il faut premierement prendre

2009 Ministerio de Cultura

sur la ligne des cordes la longueur de celle du quadruple du premier angle proposé & la rapporter transversalement sur les parties égales aux points repondans à l'étenduë de la premiere portée ; puis prendre sur les cordes la longueur de celle qui repond au quadruple du second angle proposé & voir du côté des parties égales quels sont les points ausquels cette grandeur peut être apliquée transversalement ; car ce seront ceux qui marqueront l'étenduë de la seconde portée que l'on demande.

LIV. V. CHAP. I. Usage du compas de proportion pour les portées qui sont au niveau des batteries.

Comme dans l'exemple proposé cy-devant où la portée d'une bombe tirée sous l'élevation de 21 deg. est de 400 to. ; si l'on demande quelle sera celle du même mortier élevé sous l'angle de 30 degrez ? Je prens premierement sur la ligne des cordes l'étenduë de celle de 84 deg. quadruple du premier angle proposé de 21 deg. ; Puis prenant le quart des 400 to. sçavoir 100 (à cause que le nombre des parties égales n'est ordinairement que de 200 sur le compas de proportion,) j'applique transversalement aux points 100. 100 : des parties égales, l'étenduë de la corde que j'ay prise ; Puis ayant pris la corde de 120 deg. quadruple du dernier angle proposé de 30 deg. ; je cherche sur le compas ainsi ouvert à quels points des parties égales, elle peut être appliquée transversalement ; & je trouve que ce sont les points 130 : 130 :, dont le quadruple qui

2009 Ministerio de Cultura

LIV. V. CHAP. I. Usage du compas de proportion pour les portées qui sont au niveau des batteries.

est 520 toises me donne la portée du mortier que je recherche.

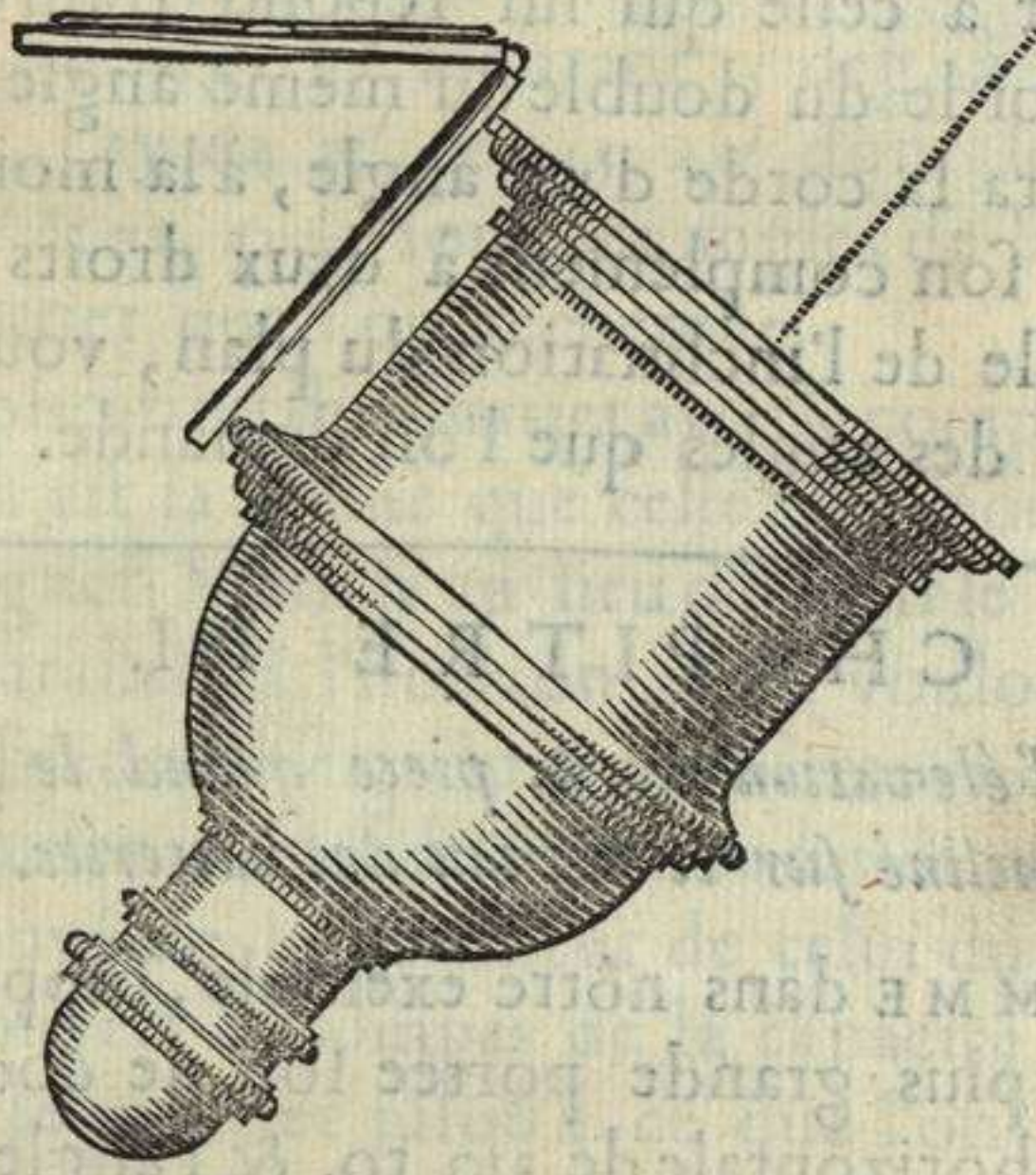
Si dans la même hypotheſe où la portée eſt de 400 to. à 21 deg., j'avois voulu ſçavoir à quel degré il faut êlever le mortier pour le faire chaſſer à la longueur horizontale de 520 to. ? Aprés avoir appliqué la corde de 84 deg. quadruple de 21 deg. tranſverſalement ſur les points 100 : 100 : des parties êgales, j'aurois pris ſur le compas ainſi ouvert la diſtance tranſverſale qui eſt entre les points 130 : 130 : du méme côté, laquelle étant rapportée ſur la ligne des cordes donne celle de 120 deg., dont le quart 30 deg. ou ſon complement 60 degrez, ſont les angles de la poſition du mortier que l'on demande. Je prens les points 130 : 130 : parce que le nombre eſt le quart du propoſé 520 comme les points 100 : 100 : ſont le quart de l'autre propoſé 400 : ayant pû prendre $\frac{1}{2}$: $\frac{1}{3}$: $\frac{1}{5}$: ou telle autre partie de l'un & de l'autre qui auroit le plus comodement reüſſi ſur les parties égales du compas.

Pour dreſſer le mortier ſuivant la direction d'un angle donné avec le compas de proportion ; il faut premierement l'ouvrir de la capacité de cet angle en prenant la longueur de ſa corde & l'appliquant tranſverſalement ſur les points 60 : 60 : des mêmes cordes ; Puis mettant un de ſes bras ſur le mortier enſorte que la tête du compas êtant tournée vers ſa bouche, le même

2009 Ministerio de Cultura

même bras ſoit parallele à l'axe de l'ame, il faut élever le mortier de maniere que l'autre bras devienne parallele à l'horizon, ce qui ſe cônoit en appliquant ſur ce bras un de ces petits niveaux d'émail ou tel autre que l'on jugera à propos.

LIV. V. CHAP. I. Uſage du compas de proportion pour les portées qui ſont au niveau des batteries.



CHAPITRE II.

Uſage du Compas de proportion pour les portées qui ne ſont pas au niveau des batteries.

L'USAGE du compas de proportion n'eſt pas plus dificile pour les portées ſur des plans inclinez au deſſus ou au deſſous du niveau des batteries ; car il ne faut que prendre la longueur de la plus grande portée ſur la ligne des

CHAP. II, Uſage du compas de proportion pour les portées qui ne ſont pas au niveau des batteries.

2009 Ministerio de Cultura

LIV V. CHAP. II. Usage du compas de proportion pour les portées qui ne sont pas au niveau des batteries.

parties egales, & y appliquer transversalement celle de la distance horizontale ; puis sur cette ouverture de Compas prendre sur la même ligne des parties égales, la longueur de la corde du double du complement de l'angle du plan proposé, & ajouter à celle qui lui repond transversalement la corde du double du même angle ; & cet agregé sera la corde d'un angle, à la moitié duquel & à son complement à deux droits, ajoutant l'angle de l'inclination du plan, vous aurez le double des angles que l'on demande.

CHAPITRE III.

Trouver l'élevation de la piece quand le plan est incliné sur le niveau des batteries.

CHAP. III. Trouver l'élevation de la piece quand le plan est incliné sur le niveau des batteries.

COMME dans nôtre exemple, supposé que la plus grande portée soit de 600 to., la distance horizontale de 310 to. & l'angle de l'inclination du plan sur l'horizon de 15 deg. : Parce que le plus grand nombre des parties égales qui est sur le bras du compas de proportion ordinaire n'est que 200 qui est le tiers de 600 to. de la plus grande portée, je prens sur la même ligne la longueur de 103 $\frac{1}{3}$ p. qui est le tiers de la distance horizontale que j'applique transversalement sur les points 200 : 200 : ; Puis ayant pris la longueur de la corde de 150 deg. double de 75 qui est le complement de l'angle du plan

2009 Ministerio de Cultura

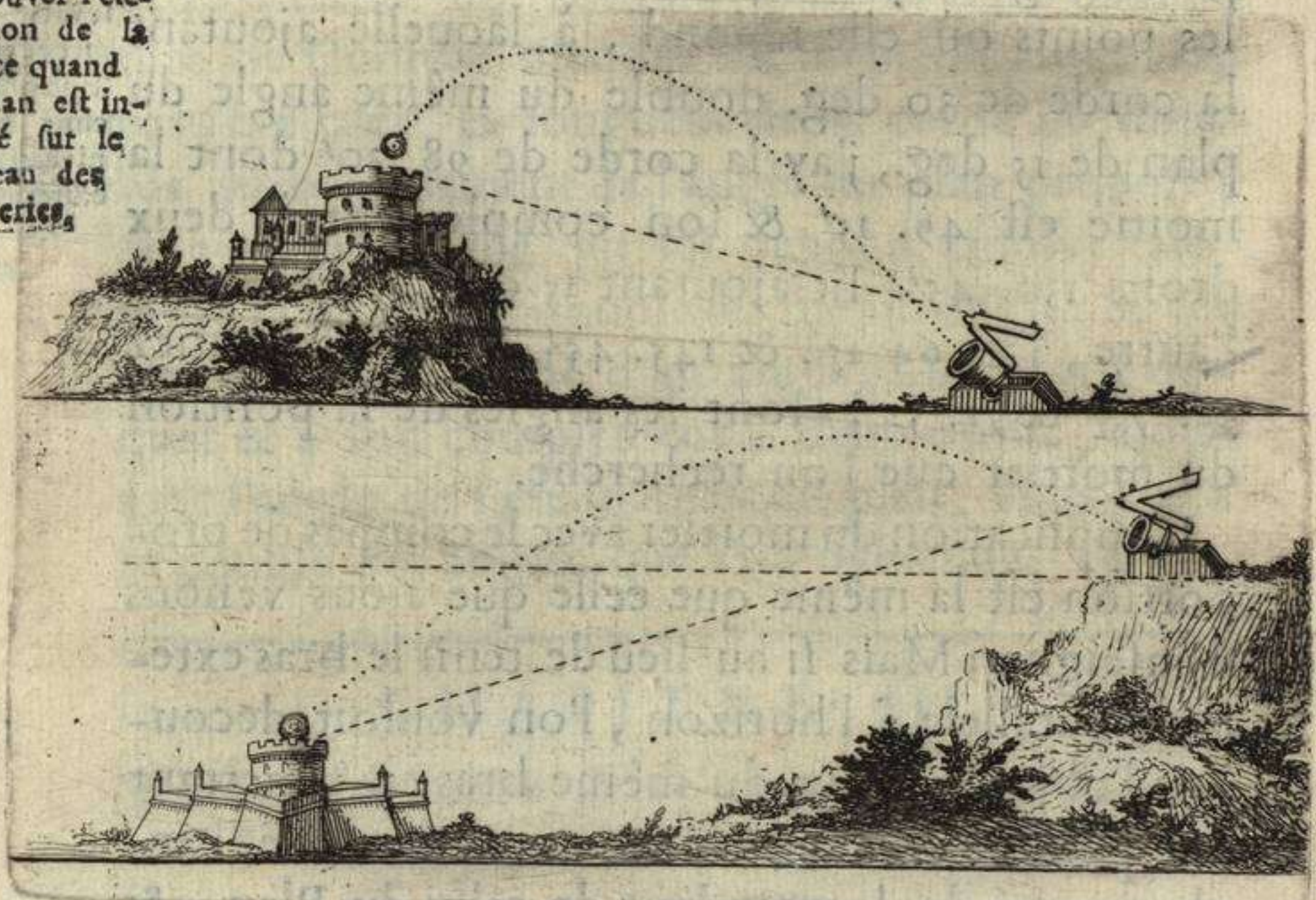
de 15 deg., Je la rapporte au long de la ligne des parties égales pour prendre la transversale sur les points où elle repond, à laquelle ajoutant la corde de 30 deg. double du même angle du plan de 15 deg., j'ay la corde de 98. 30′ dont la moitié est 49. 15′ & son complement à deux droits 130. 45′. Et ajoutant 15 deg. à l'un & à l'autre, j'ay 64. 15′. & 145. 45′ dont les moitiez 32. 7 ½′ & 72. 52 ½′ sont les angles de la position du mortier que l'on recherche.

L. IV. V. CHAP. III. Trouver l'élevation de la piece quand le plan est incliné sur le niveau des batteries.

L'application du mortier avec le compas de proportion est la même que celle que nous venons d'enseigner; Mais si au lieu de tenir le bras exterieur parallele à l'horizon, l'on vouloit decouvrir l'objet au long du même bras en y mettant des pinules; il faudroit en ce cas diminuer l'angle trouvé de la grandeur de celui du Plan, & ayant ouvert le compas de la capacité du reste, hausser le mortier jusqu'à ce que l'on decouvre au long des pinules le point où l'on veut fraper. Comme en nôtre exemple ôtant 15 deg. de 32. 7 ½′ & de 72. 52 ½′; l'on auroit 17. 7 ½′ & 57. 52 ½′, dont il faudroit apliquer la corde transversale aux points 60 : 60 : des mêmes cordes, & tenant ainsi le compas ouvert, mettre un de ses bras parallele à l'ame du mortier, qu'il faut enfuite élever jusqu'à ce que, par les pinules posées au long de l'autre bras l'on puisse voir l'objet élevé ou l'on veut faire porter la bombe.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. V. CHAP. III. Trouver l'élevation de la piece quand le plan eſt incliné ſur le niveau des batteries.



CHAPITRE IV.

Trouver l'élevation de la piece quand le plan eſt incliné ſous le niveau des batteries.

CHAP. IV. Trouver l'élevation de la piece quand le plan eſt incliné ſous le niveau des batteries.

SI ſur les mêmes hypotheſes le plan avoit été incliné ſous le niveau de la batterie; Aprés avoir ouvert le compas de proportion enſorte que la longueur de 103 $\frac{1}{7}$ p., qui eſt le tiers

2009 Ministerio de Cultura

de la diſtance horizontale, ſoit la tranſverſale ſur la ligne de parties égales des points 200 : 200 : qui ſont le tiers de la plus grande portée, & appliqué ſur le même côté la corde de 150 deg. double de 75, qui eſt le complement de l'angle du plan de 15 deg. ; il faut ôter de la tranſverſale la longueur de la corde de 30 deg. double du même angle du plan ; & le reſte eſt la corde de 28. 50′ ; d'où ayant ôté 15 deg., le reſte eſt l'angle de 13. 50.′ & ſon complement à deux droits 166. 10′ ; Puis prenant la difference de l'un & de l'autre & de 15 deg ; c'eſt à dire ôtant 13. 50′ de 15 deg., ou 15 deg. de 166. 10′, il reſte 1. 10′ & 151. 10′, dont les moitiez 35′ & 75 35′ ſont les angles recherchez. De ſorte qu'ouvrant le compas de la grandeur de ces angles, & diſpoſant le mortier enſorte que l'un des bras convenant à l'ame, l'autre ſoit parallele à l'horizon ; La bombe ira fraper au point propoſé.

Si ajoutant l'angle du plan qui eſt de 15 deg., à chacun de ces angles, qui vous donneront par conſequent 15. 35′ & 80. 35′, vous ouvrez vôtre compas de leur grandeur ; vous pourrez êlever le mortier de maniere que l'un des bras convenant à l'ame, vous decouvriez le point abaiſſé ſous le niveau des batteries ou vous voulez fraper, par les pinules poſées au long de l'autre bras.

LIV. IV. CHAP. V. Trouver l'élevation de la piece quand le plan eſt incliné ſous le niveau des batteries.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. V. CHAP. V. Trouver la distance horizontale ou la longueur du plan incliné, ou la perpendiculaire.

CHAPITRE V.

Trouver la distance horizontale ou la longueur du plan incliné ou la perpendiculaire.

LORS que conoissant l'angle du plan & celui de la position du mortier, l'on veut sçavoir quelle est la distance horizontale ? ou la longueur du plan incliné ? ou la hauteur perpendiculaire à laquelle la bombe arrivera ? supposé que la plus grande portée soit de 600 to. : voici comme il faut faire.

Otez l'angle du plan du double de celui de l'élevation du mortier, puis ayant pris la corde du double du reste ou de son complement à deux droits (si ce reste, excede un angle droit,) ôtez en la corde du double de l'angle du plan. Ensuite appliquez ce reste transversalement sur les parties égales aux points où se termine la corde du double du complement de l'angle du plan ; car le compas étant ainsi ouvert, la transversale sur les parties êgales repondant aux points de la plus grande portée ou de quelqu'une de ses parties, vous donnera la distance horizontale, ou telle autre de ses parties semblable à celle que l'on a prise pour la plus grande portée.

Ensuite si vous appliquez transversalement la

2009 Ministerio de Cultura

corde du double de l'angle du plan sur les points des parties égales où repond la longueur de la corde du double de son complement; La transversale repondant à la distance horizontale que vous avez trouvée vous donnera la hauteur perpendiculaire.

LIV. V. CHAP. V. Trouver la distance horizontale ou la longueur du plan incliné ou la perpendiculaire.

Enfin appliquant transversalement la corde du double de l'angle droit, c'est à dire celle de 180 deg. sur les mêmes points des parties égales où repond celle du double du complement de l'angle du plan; la transversale de la même distance horizontale sera l'étenduë sur le plan incliné.

Comme dans nôtre exemple ou l'angle de l'inclination du plan sur l'horizon est de 15 deg. & la plus grande portée de 600 to : Si l'on demande quelle sera la distance horizontale lors que le mortier est êlevé de 72. 52 $\frac{1}{2}$'? j'ôte les 15 deg. de l'angle du plan, de 145. 45' double de 72. 52 $\frac{1}{2}$'. Et le reste est 130 45' : qui est plus grand qu'un droit; ainsi je prens son complement à deux droits 49. 15', dont le double est 98. 30', duquel je prens la corde sur le compas, d'où ôtant celle de 30 deg. double de l'angle du plan; j'applique le reste transversalement sur les parties égales aux points où repond la corde de 150 deg. double de 75 deg. qui est le complement du même angle du plan; & le compas étant ainsi ouvert je prens la transversale des points 200: 200 : laquelle me vient de la longueur de

2009 Ministerio de Cultura

LIV. V. CHAP. V. Trouver la distance horizontale ou la longueur du plan incliné ou la perpendiculaire.

103 $\frac{1}{3}$ parties. De sorte que comme le nombre 200 est le tiers des 600 to. de la plus grande portée, ainsi je trouve que le triple de 103 $\frac{1}{3}$ c'est à dire 310 to., est l'étendue horizontale que je demande.

Cela posé : je prens la corde de 30 deg. double de l'angle du plan, & l'ayant appliquée transversalement sur les parties égales aux points où repond la corde de 150 deg. double de 75, qui est le complement du même angle du plan; je prens sur le compas ainsi ouvert, la transversale des points trouvés 103 $\frac{1}{3}$: 103 $\frac{1}{3}$: de la distance horizontale, & l'étendant sur les mêmes parties égales, je trouve 27 $\frac{2}{3}$ p., dont le triple est 83 to. pour la hauteur perpendiculaire recherchée.

En la même maniere ouvrant le compas par l'application de la corde de 180 deg. double de l'angle droit, sur les mêmes points des parties égales où repond celle de 150 degrez double du complement de l'angle du plan, & prenant la transversale des mêmes points trouvez de la distance horizontale 103 $\frac{1}{3}$: 103 $\frac{1}{3}$:; Je trouve 106 $\frac{2}{3}$ dont le triple 320 to. me donne l'êtenduë du plan incliné.

2009 Ministerio de Cultura

LIVRE SIXIE'ME.

Liv. VI. Autre instrument Universel pour le jet des Bombes.

Autre instrument Universel pour le jet des Bombes.

NOUS ajouterons ici la construction & l'usage d'un instrument que l'on peut appeller Universel pour le jet des Bombes, parce qu'il sert en la même maniere pour toutes sortes de positions, soit qu'elle soient au niveau des Batteries, ou qu'elles ny soient pas.

CHAPITRE PREMIER.

Construction d'un instrument Universel pour le jet des Bombes.

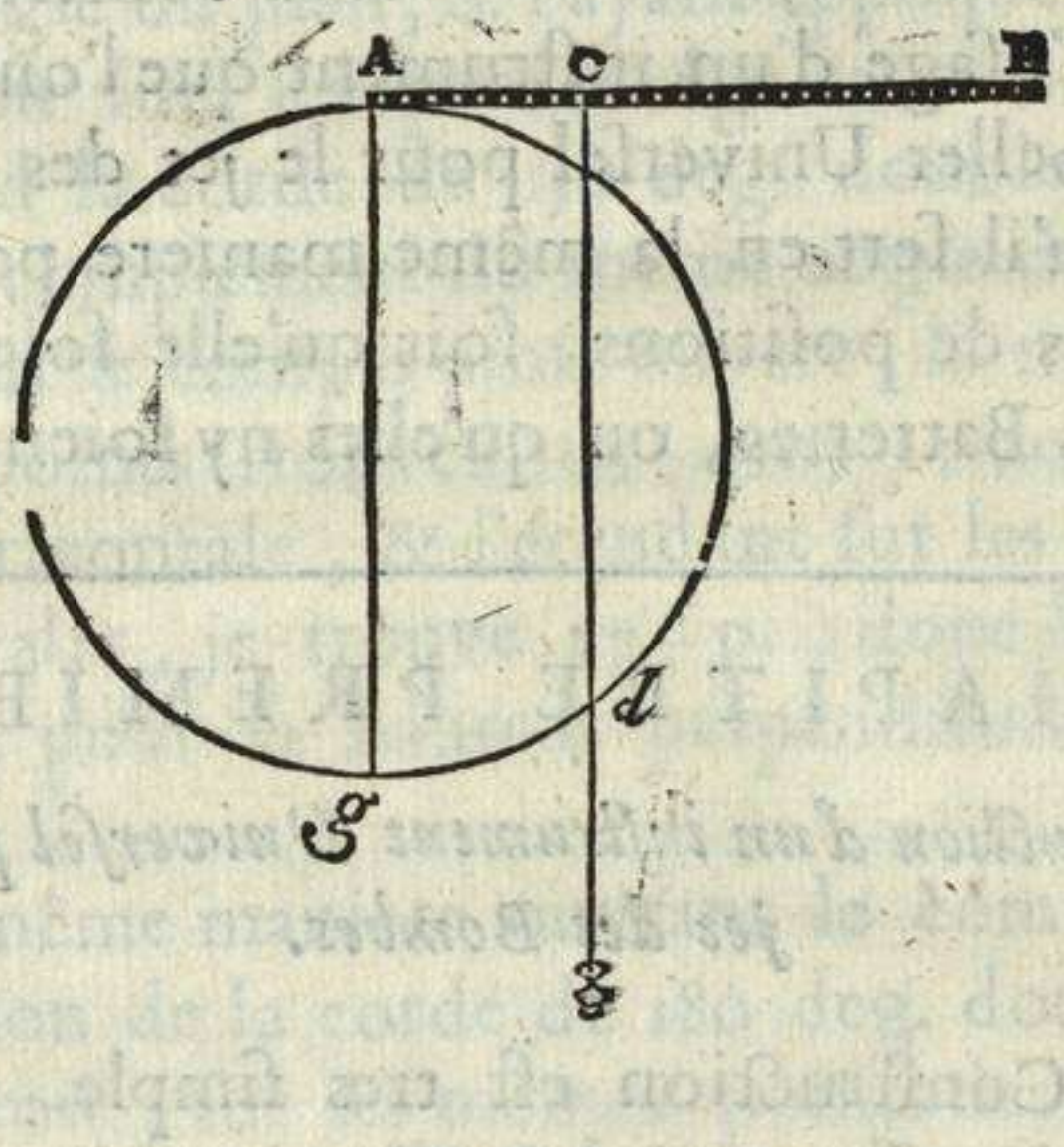
Chap. I. Construction d'un instrument Universel pour le jet des Bombes.

SA Construction est tres simple. C'est un cercle assez grand & d'une matiere solide, qui a une touchante de même matiere, c'est à dire une regle attachée immobile perpendiculairement au bout de l'un de ses diametres, égale au même & divisée en un tres-grand nombre de parties égales. Il a deplus un plomb attaché à un filet qui peut couler librement au long de la regle & s'arrêter sur toutes ses divisions. Comme en cette figure, le cercle est A *d g* & la regle A E attachée immobile au

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VI. CHAP. I. Conſtruction d'un inſtrument univerſel pour le jet des Bombes.

Cercle au point A, à angles droits ſur le diametre A g, égale au même, & diviſée en un tres-grand nombre de parties égales. Le plomb O pent au filet qui coule au long de la regle A E, & peut s'arrêter ſur tous ſes points comme en C.



CHAPITRE II.

Uſage d'un inſtrument Univerſel pour le jet des Bombes.

CHAP. II. Uſage d'un inſtrument Univerſel pour le jet des Bombes.

SON uſage eſt aſſez facile : Car conoiſſant la plus grande portée du Canon ou du mortier, la diſtance horizontale, & l'angle de l'inclination du plan s'il y en a ; Pour trouver

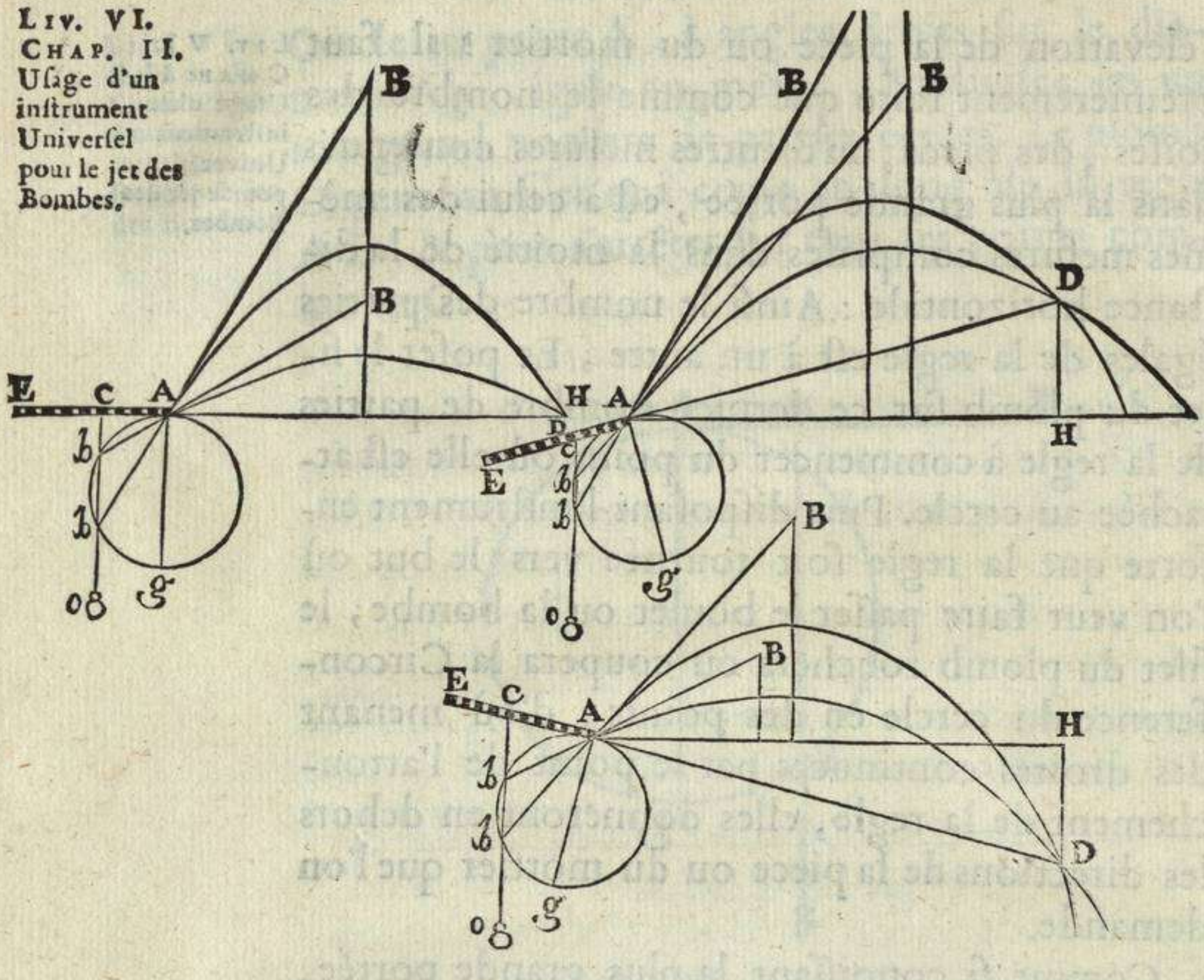
2009 Ministerio de Cultura

l'élevation de la piece ou du mortier ? il faut premierement faire que comme le nombre des toiſes, des pieds, ou d'autres meſures contenuës dans la plus grande portée, eſt à celui des mêmes meſures compriſes dans la moitié de la diſtance horizontale : Ainſi le nombre des parties égales de la regle eſt à un autre ; Et poſer le filet du plomb ſur ce dernier nombre de parties de la regle à commencer du point où elle eſt attachée au cercle. Puis diſpoſant l'inſtrument enſorte que la regle ſoit tournée vers le but où l'on veut faire paſſer le boulet ou la bombe ; le filet du plomb touchera ou coupera la Circonference du cercle en des points, d'où menant des droites continuées par le point de l'attouchement de la regle, elles donneront en dehors les directions de la piece ou du mortier que l'on demande.

Comme ſi conoiſſant la plus grande portée, & la diſtance horizontale A H, l'on veut trouver la direction de la piece ou du mortier pour faire porter le boulet ou la Bombe au but D, ſoit que ce but ſoit au niveau de la batterie, ſoit qu'il ſe trouve au deſſus ou au deſſous. Je fais premierement que comme le nombre des toiſes, des pieds, ou d'autres meſures contenues dans la plus grande portée, eſt à celui des mêmes meſures compriſes dans la moitié de la diſtance A H : Ainſi le nombre des parties égales

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VI.
CHAP. II.
Uſage d'un inſtrument Univerſel pour le jet des Bombes.



de la regle A E eſt à un autre, qui ſoit, par exemple, celui des parties compriſes entre A & C ; Et je place le filet du plomb au point C. Puis diſpoſant le cercle de champ & perpendiculaire à l'horizon, enſorte que la regle E A ſoit tournée vers le but D en quelque ſituation qu'il puiſſe être à l'égard du niveau de la batterie ; je prens garde aux endroits ou le filet du plomb coupe la circonference du cercle,

2009 Ministerio de Cultura

comme aux points *b b*, (car il le touchera neceſſairement en un point, où il le coupera en deux points, ſi le probleme eſt poſſible.) Aprés quoi je n'ay qu'à mener par le point A les droites *b* A B, *b* A B, & j'auray les lignes A B, A B pour la direction du mortier ou de la piece comme je le demande. LIV. VI. CHAP. II. Uſage d'un inſtrument Univerſel pour le jet des Bombes.

Je ne m'arrêterai pas à faire voir que l'on peut conoître la hauteur perpendiculaire du but H D, la longueur du plan incliné A D, & tous les autres cas qui acompagnent cette propoſition, parceque cela eſt fort facile, ſi l'on a une fois bien compris la conſtruction & l'uſage de cet inſtrument & ce qui s'eſt dit ci-devant ſur cette matiere.

CHAPITRE III.

Autre uſage de cet inſtrument Univerſel

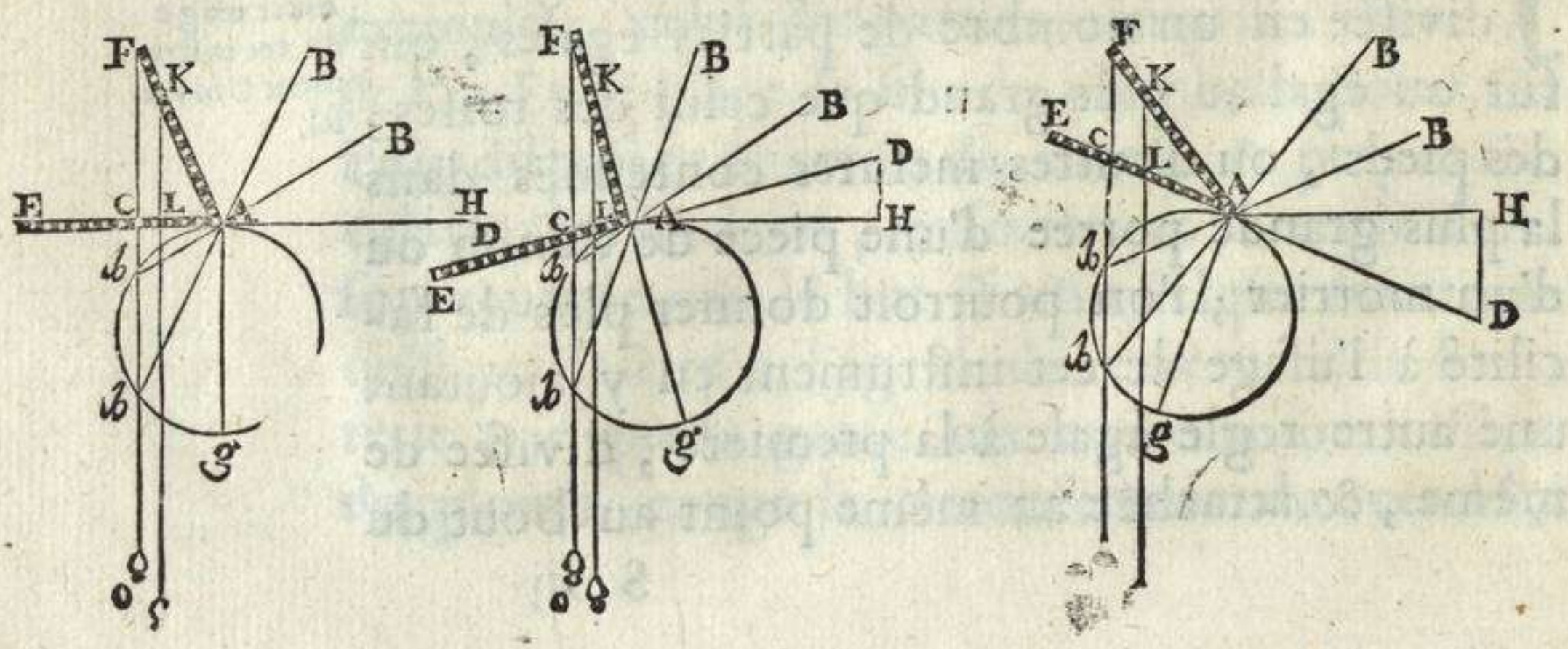
J'AJOUTERAY ſeulement que ſi la regle étoit diviſée en un nombre de parties égales, qui fut ou égal au plus grand que celui des toiſes, des pieds, ou d'autres meſures contenuës dans la plus grande portée d'une piece de Canon ou d'un mortier; l'on pourroit donner plus de facilité à l'uſage de cet inſtrument en y ajoutant une autre regle égale à la premiere, diviſée de même, & attachée au même point au bout du CHAP. III. Autre uſage de cet inſtrument Univerſel.

2009 Ministerio de Cultura

L IV. VI. CHAP. III. Autre uſage de cet inſtrument Univerſel.

diametre du cercle, enſorte neanmoins qu'elle ſe puiſſe mouvoir & faire tel angle que l'on voudra avec la regle immobile : Car par ce moïen l'on n'auroit pas beſoin de faire de Regle de Trois pour la pratique.

Il faudroit ſeulement, ſi le nombre des meſures de la plus grande portée êtoit égal à celui des parties de la regle, attacher le filet au bout exterieur de la mobile ; puis poſant l'inſtrument dans ſa ſituation, enſorte que le plan du cercle êtant à plomb, la regle immobile fut dreſſée vers le but, êlever la regle mobile juſqu'à ce que le filet du plomb vint à couper ſur l'immobile un nombre de ſes parties égal à celui des meſures contenuës dans la moitié de la diſtance horizontale. Car ce même filet marqueroit ſur la circonference du Cercle un, ou deux points, d'où menant des droites par le bout du diametre ou les regles ſont attachées ; vous auriez en dehors les lignes de direction



2009 Ministerio de Cultura

pour le Canon ou pour le mortier ainſi que vous le demandez.

LIV. VI. CHAP. III. Autre uſage du même teſtament Univerſel.

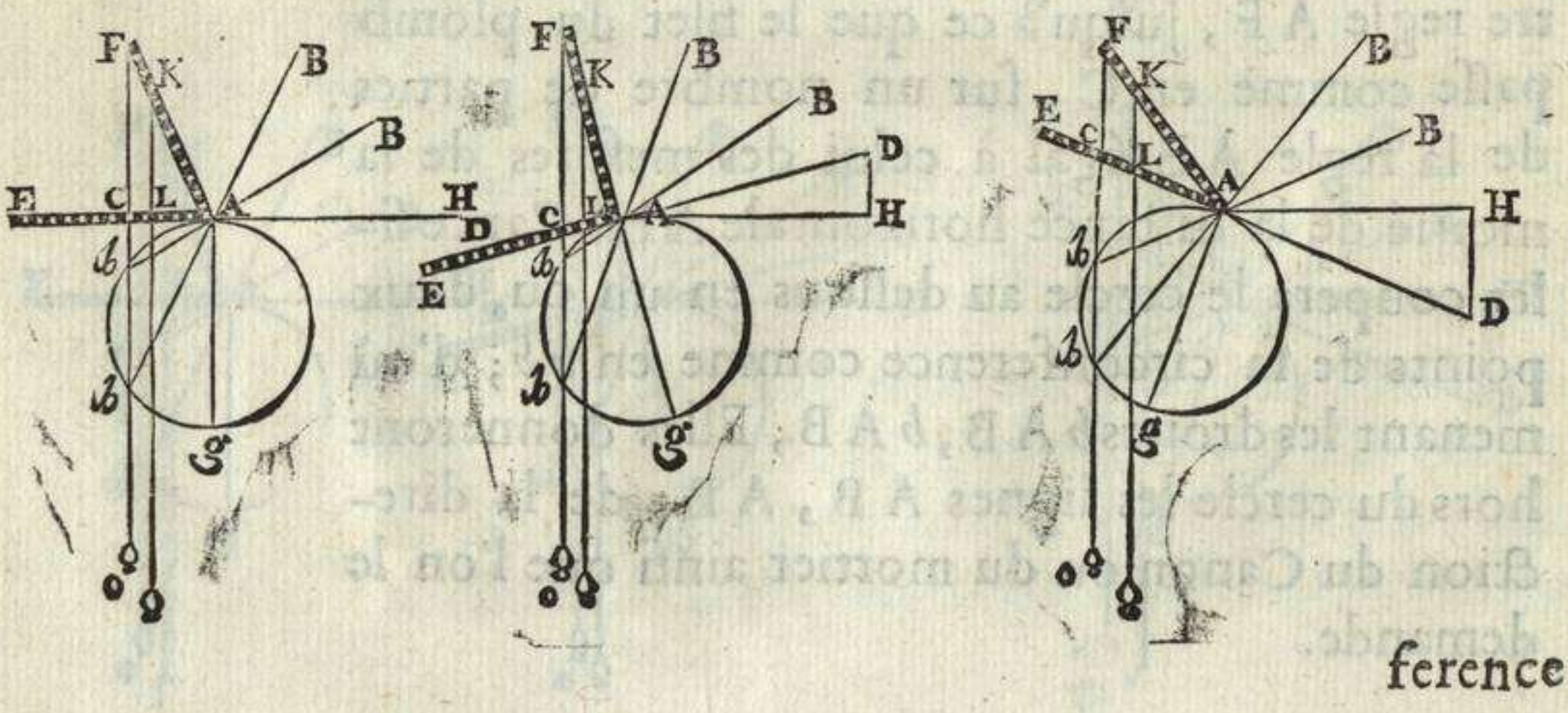
Comme en cet exemple où j'ay joint à la regle immobile A E au point A, une autre regle A F égale à A E, également diviſée, & mobile autour du même point A. Suppoſé que le nombre des parties égales de la regle A F ou A E ſoit égal ou plus grand que celui des toiſes, des pieds ou d'autres meſures contenuës dans la plus grande portée de la piece ou du mortier dont je cherche la poſition pour faire porter le boulet ou la bombe au but D, conoiſſant la diſtance horizontale A H.

Au premier cas : lorſque le nombre des parties de la regle eſt le même que celui des meſures de la plus grande portée, je n'ay qu'à attacher le filet du plomb au bout F de la regle mobile A F ; & poſant le plan du cercle dans ſa ſituation perpendiculaire à l'horizon, enſorte que la regle E A ſoit dreſſée vers le but D, j'éleve l'autre regle A F, juſqu'à ce que le filet du plomb paſſe comme en C, ſur un nombre de parties de la regle A E égal à celui des meſures de la moitié de la diſtance horizontale A H. Car ce filet coupera le cercle au deſſous en un ou, deux points de ſa circonference comme en *b b*; d'où menant les droites *b* A B, *b* A B; Elles donneront hors du cercle les lignes A B, A B, de la direction du Canon ou du mortier ainſi que l'on le demande.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VI. CHAP. III. Autre uſage du même inſtrument Univerſel.

Il n'y a pas plus de difficulté pour le ſecond cas, c'eſt à dire lorſque le nombre des parties de la regle eſt plus grand que celui des meſures de la plus grande portée. Car il ne faut que prendre ſur la regle mobile depuis le point A autant de parties qu'il y a de meſures dans la plus grande portée & y attacher le filet comme au point K ; puis mettant l'inſtrument dans ſa poſition perpendiculaire, avec ſa regle E A dreſſée vers le but D, élever la regle A F juſqu'à ce que le filet du plomb paſſe du point K ſur le point comme L de la regle immobile A E, enſorte que le nombre de ſes parties compriſes entre A & L, ſoit égal à celui des meſures contenuës dans la moitié de la diſtance horizontale A H. Aprés quoi laiſſant les deux regles en cet état, il faut remettre le filet au bout F de la regle mobile, lequel paſſant par le point C de l'immobile, coupera dans cette poſition la circon-



ference

2009 Ministerio de Cultura

ference du cercle en un ou deux points comme *b b*, d'où menant les droites *b* A B, *b* A B par le point A ; l'on aura les lignes A B, A B au dehors du cercle pour les lignes de direction de la piece de Canon ou du mortier, ainsi que l'on le demande.

LIV. VI. CHAP. III. Autre usage de cet instrument Universel.

LIVRE PREMIER.

Du Livre de Galilée sur le mouvement.

CHAPITRE PREMIER.

Diverses Remarques de Galilée sur le mouvement en général, & sur la resistance des solides.

CHAP. I. Diverses Remarques de Galilée sur le mouvement en général, & sur la resistance des solides.

2009 Ministerio de Cultura

ference du cercle en un ou deux points comme
$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$, l'on prolonge les droites $\frac{1}{2}$ A B, $\frac{1}{2}$ A B par le
point A; l'on mene les lignes A B, A B au dehors
du cercle pour les lignes de direction de la piece
de Canon ou du mortier, ainſi que l'on le de-
mande.

2009 Ministerio de Cultura

L'ART DE JETTER LES BOMBES,

ET DE CONNOITRE L'ETENDUE DES COUPS de volée d'un Canon en toutes sortes d'Elevations.

TROISIEME PARTIE.

DE LA THEORIE DU JET DES BOMBES.

LIVRE PREMIER.

Doctrine de Galilée sur le mouvement.

Liv. I.

CHAPITRE PREMIER.

Dialogues Mecaniques de Galilée du mouvement & de la resistance des solides.

Chap. I. Dialogues Mecaniques de Galilée du mouvement & de la resistance des solides.

C'EST sur la doctrine de Galilée que sont fondées toutes les pratiques que nous venons d'enseigner dans la seconde Partie de ce

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. I. Dialogues Mecaniques de Galilée du mouvement & de la resistance des solides.

Livre. Il est le premier qui ait raisonné justement sur cette matiere, & qui ait decouvert la veritable nature du mouvement, tant de celui que l'on appelle mouvement naturel qui est le propre des corps qui tombent (comme on dit) par leur propre poids vers le centre de la terre, que du mouvement violent, qui est celui des corps jettés, c'est à dire de ceux qui sont portés par une force qui leur a été imprimée du dehors.

Toute cette *science du mouvement*, aussi bien que celle de la *resistance des solides*, que cet Auteur appelle *Sciences nouvelles*, parce qu'il en est le premier Inventeur, est contenuë dans le livre de ses Dialogues intitulé *Discorsi é dimostrazioni Mathematiche intorno à due nuove scienze attenenti alla mecanica & à movimenti locali*; imprimé en Hollande par les Elzevirs en l'année 1638; Et c'est à la generosité de feu Monsieur le Conte de Noailles que nous avons l'obligation d'un present si exquis.

Ce Seigneur étant Ambassadeur à Rome avoit employé efficacement ses offices pour la liberation de Galilée prisonnier de l'Inquisition, pour avoir dans ses Dialogues du Systeme du monde, appuyé les raisons du mouvement de la Terre que Copernique, qui vivoit sur la fin du penultiéme siecle, avoit tirées de la doctrine des anciens Philosophes de la secte de Pytagore. Et Galilée pour reconoissance d'un bienfait si

2009 Ministerio de Cultura

genereux, lui fit preſent de cet ouvrage manuſcrit, que nous tenons par ce moïen de la liberalité de Monſieur de Noailles qui a voulu faire part de ſon treſor au public.

LIV. I. CHAP. I. Dialogues mecaniques de Galilée du mouvement & de la reſiſtance des Solides.

CHAPITRE II.

Deux eſpeces de mouvement.

CHAP II. Deux eſpeces de mouvement.

GALILEE dans ce livre reconoît d'abord deux eſpeces dans le mouvement, dont l'une eſt celle du mouvement *égal & uniforme* & l'autre eſt celle *du mouvement inégal* qui s'augmente inceſſament & qu'il appelle mouvement *uniformement acceleré*, qui eſt un mot dont nous nous ſervirons, quoy qu'il ſoit peu en uſage, parce qu'il explique aſſez la nature de ce mouvement.

L'uniforme eſt donc celui *par lequel un mobile parcourt des eſpaces égaux dans des temps égaux*; Et c'eſt, dit-il, celui qui eſt naturellement propre aux mobiles qui ſe meuvent en rond ſur des centres, comme eſt celui des corps Celeſtes, qui n'eſt perpetuel que par ſon uniformité & par ſon égalité, laquelle conſerve le mobile dans une unité de ſubſiſtance ſans y apporter aucune alteration; au lieu que le mouvement inégal ne peut jamais être de longue durée, à cauſe des diverſes mutations qu'il apporte ſur la

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP II. Deux eſpeces de mouvement.

conſiſtance du mobile par l'inegalité de ſes impreſſions.

Je ne m'arrêteray point à raconter de quelle maniere il refute le ſentiment de ceux qui ont crû que dans le mouvement uniformement acceleré, la viteſſe s'augmentoit à proportion des eſpaces que le mobile parcouroit dans ſa chûte; Et comme il fait voir qu'outre la viteſſe & l'eſpace, il faut encore neceſſairement faire conſideration du temps & de la durée, pour avoir une conoiſſance exacte de cette eſpece de mouvement. Je me contenteray d'expliquer les deux penſées qui lui ſont venuës ſur ce ſujet, dont la premiere eſt decrite dans ſes Dialogues du Syſteme du monde, & l'autre, qui paroit être ſon veritable ſentiment, eſt expliquée fort au long dans ſes Dialogues de Mecanique.

CHAPITRE III.

Premiere penſée de Galilée pour expliquer l'augmentation de viteſſe du mouvement acceleré.

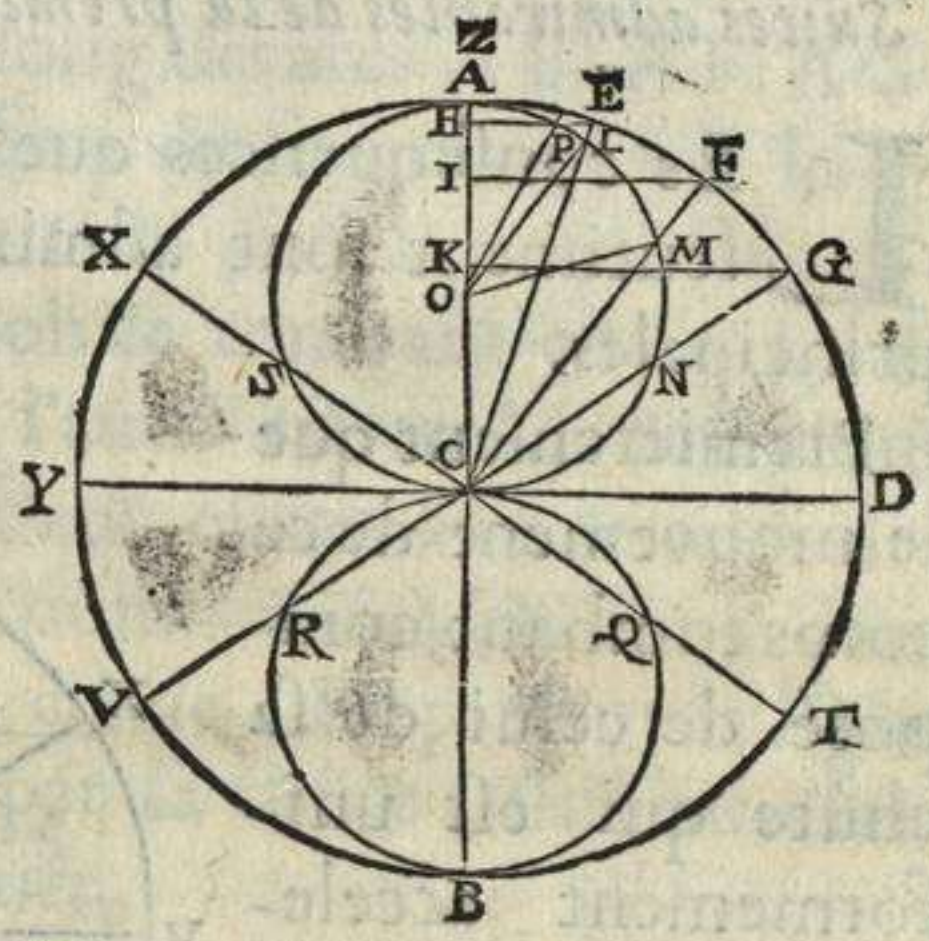
CHAP. III. Premiere penſée de Galilée pour expliquer l'augmentation de viteſſe du mouvement acceleré.

DANS la premiere il dit donc que l'acceleration de viteſſe dans la chûte des corps, ſe faiſoit, peut-être, de telle ſorte *que les eſpaces parcourus par le mobile, étoient égaux aux ſinus verſes des arcs de l'Equateur de la Terre,*

2009 Ministerio de Cultura

pendant qu'elle ſe mouvoit ſur ſon propre centre en 24 heures. Ce que l'on peut faire entendre en cette maniere.

LIV. I. CHAP. III. Premiere penſée de Galilée pour expliquer l'augmentation de viteſſe du mouvement acceleré.



Soient pris ſur l'arc de l'Equateur A D B Y coupé à angles droits par les diametres A B : D Y , tant d'arcs que l'on voudra comme A E : A F : A G : &c., dont les ſinus droits, c'eſt à dire les perpendiculaires tirées de leurs extremitez ſur le diametre A B , ſont EH : FI : GK : &c., & les ſinus verſes ſont les portions du même diametre A H : A I : A K. Puis ayant ſuppoſé que le point Z, qui part du point A ſur le même Equateur , ſoit porté d'un mouvement égal & uniforme par les points E F G D T B Y juſqu'à ce qu'il retourne au même point A au bout de 24 heures : Et qu'au moment que Z part du point A , le mobile tombe auſſi du même point pour deſcendre avec une viteſſe uniformemement accelerée vers le centre C. Le mobile , ſuivant cette premiere opinion , parcourra dans ſa chûte les eſpaces A H : H I : I K. &c :, au même temps que le point Z paſſera de ſon mouvement journalier égal & uniforme par les arcs de l'Equateur A E : E F : F G.

2009 Ministerio de Cultura

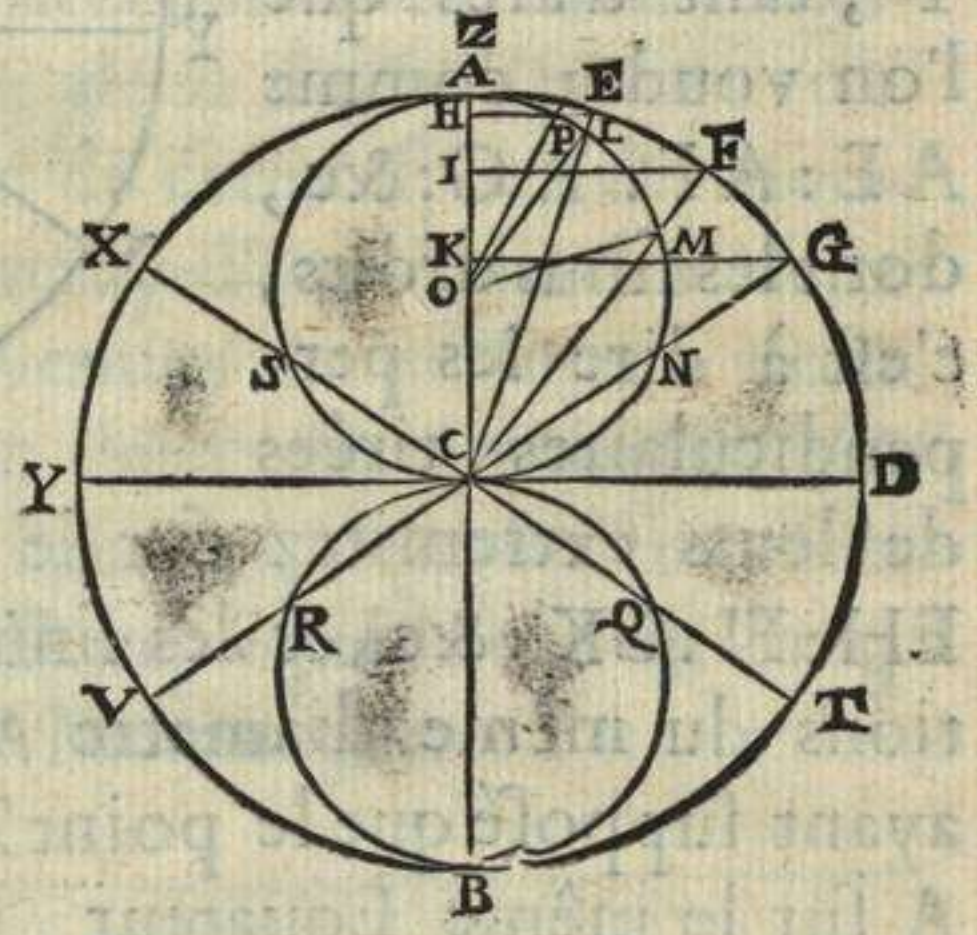
LIV. I. CHAP. IV. Suites admirables de la premiere penſée de Galilée.

CHAPITRE IV.

Suites admirables de la premiere penſée de Galilée.

LEs conſequences que l'on peut tirer de ce ſentiment ſont admirables dont voici les principales.

Premierement que le mouvement de ce corps tombant, compoſé de celui de ſa chûte qui eſt uniformement accelleré, droit & à plomb vers le centre de la terre, & de celui qui lui eſt communiqué par le mouvement



journalier de la terre qui eſt circulaire, uniforme & égal, decrit auſſi une ligne circulaire. C'eſt à dire que le poids tombant du point A avec un mouvement compoſé de celui qui l'emporte par ſa propre gravité, perpendiculairement & avec precipitation vers le centre de la terre C; & de celui qui l'emporte en rond & uniformement par le mouvement journalier de la ſurface de la Terre du point A par les points E: F: G: D: &c. decrira par ſa chute la ligne circulaire A L M N.

Car

2009 Ministerio de Cultura

Car (comme il eſt demontré dans la Geometrie) les ſinus verſes AH: AI: AK: étant égaux aux lignes EL: FM: GN:, le corps mobile dans le temps qu'il eſt emporté par le mouvement de la Terre au long des arcs AE: AF: AG: deſcend par l'impreſſion de ſa gravité au long des lignes EL: FM: GN; & lors que le mobile Z eſt en E, le mobile tombant eſt en L; & lors que Z eſt en F, l'autre eſt en M: & Z étant en G, le corps tombant eſt en N: & ainſi des autres. Mais tous ces points A L M N ſont dans la circonference d'un cercle; Et partant la ligne que decrit un poids par ſa chûte, ſuivant cette hypotheſe, eſt circulaire.

LIV. I. CHAP. IV. Suites admirables de la premiere penſée de Galilée.

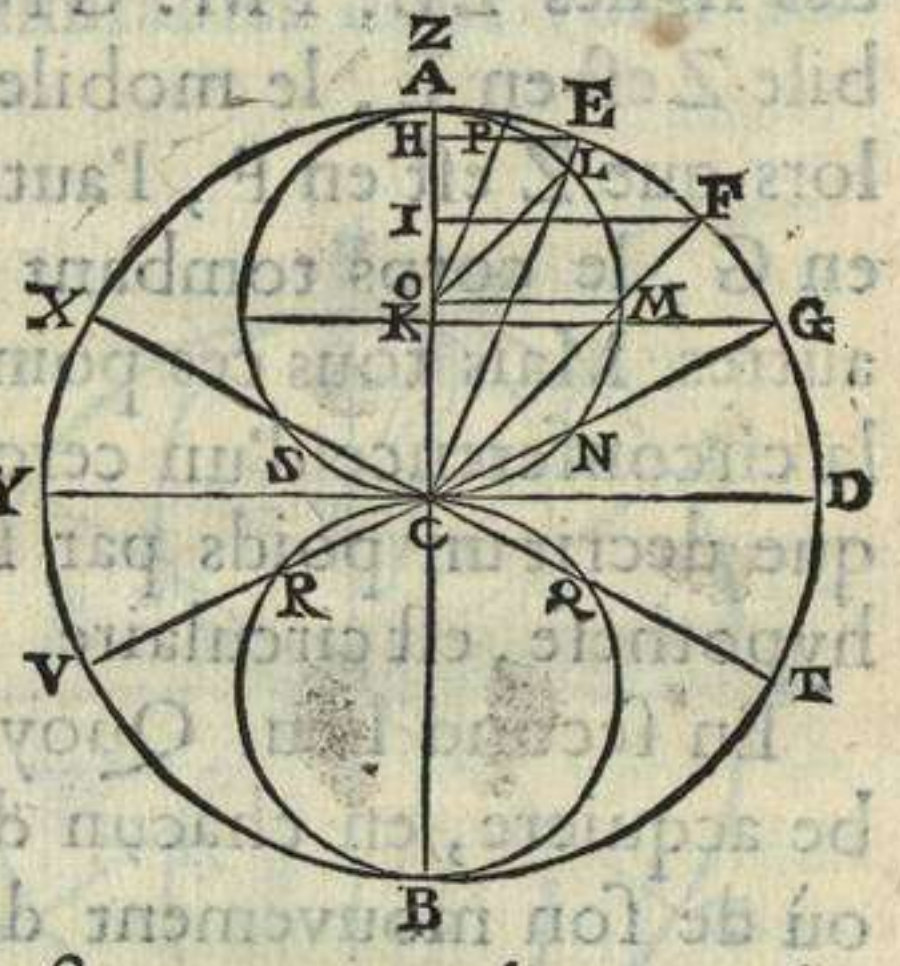
En ſecond lieu. Quoy que le corps qui tombe acquiere, en chacun des momens de ſa chûte où de ſon mouvement droit, un nouveau degré d'augmentation de viteſſe: Il eſt pourtant vray que dans ſon mouvement compoſé, dont nous venons de parler, il eſt porté uniformement, également, & ſans aucune acceleration. L'on peut dire de plus que ce mouvement de Lation ou de tranſport eſt preciſement égal à celui dont il ſeroit porté par la ſeule circulation journaliere de la Terre, quand il ſeroit demeuré comme en repos au premier point de ſa chûte A.

Car ſi vous menez du point O, où eſt le centre du cercle A L M N, les lignes O L: O M:

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. IV. Suites admirables de la premiere penſée de Galilée.

& la droite OP : parallele à CE. La raiſon des angles AOL & AOM ſera la même que celle des angles ACE & ACF, (car ceux la ſont doubles de ceux-cy ;) Et partant la raiſon de l'arc AM à l'arc AL ſera la même que de l'arc AF à l'arc AE ; & en diviſant l'arc AE ſera à EF comme l'arc AL à LM. d'où il s'enſuit que poſant AE égal à EF ; AL ſera auſſi égal à LM. Mais les arcs AE & EF ſont parcourus en temps égaux par le mouvement journalier, pendant leſquels le poids tombant paſſe les arcs AL & LM, ainſi que nous l'avons demontré cy-devant : Donc les temps des chutes du poids par les arcs égaux AL & LM ſeront égaux. Et ceci ſe pouvant demontrer dans tous les arcs du cercle ALM décrit par la chûte du mobile ; l'on peut dire que le mouvement du mobile tombant, compoſé du droit acceleré & du circulaire uniforme, eſt égal & uniforme, puis qu'il parcourt des Arcs égaux en temps égaux.



Maintenant comme OP eſt parallele à CE, l'angle AOP eſt égal à ACE, & partant l'arc

2009 Ministerio de Cultura

AP eſt au cercle ALM, comme l'arc AE au cercle AEF; & en permutant & changeant l'arc AE eſt à l'arc AP, comme la circonference du cercle AEF à la circonference du cercle ALM, c'eſt à dire comme le diametre AB au diametre AC, mais AB eſt double de AC; donc l'arc AE ſera double de l'arc AP. Maintenant parce que l'angle AOL eſt double de l'angle ACE, ou de ſon égal AOP, l'arc AL ſera auſſi double de l'arc AP; donc les arcs AE & AL ſeront égaux. Mais nous venons de montrer que le mobile en tombant decrit par ſa chûte l'arc AL au même temps que le point Z, c'eſt à dire le même mobile demeurant comme en repos, ſeroit porté du mouvement journalier de la Terre au long de l'arc AE; Donc le mobile en tombant eſt réellement porté d'un mouvement égal à celui qui lui ſeroit communiqué par le ſeul mouvement de la Terre s'il ne reſſentoit aucune impreſſion ni de ſa propre gravité ni de ſa chûte.

LIV. I. CHAP. VI. Suite admirables de la premiere penſée de Galilée.

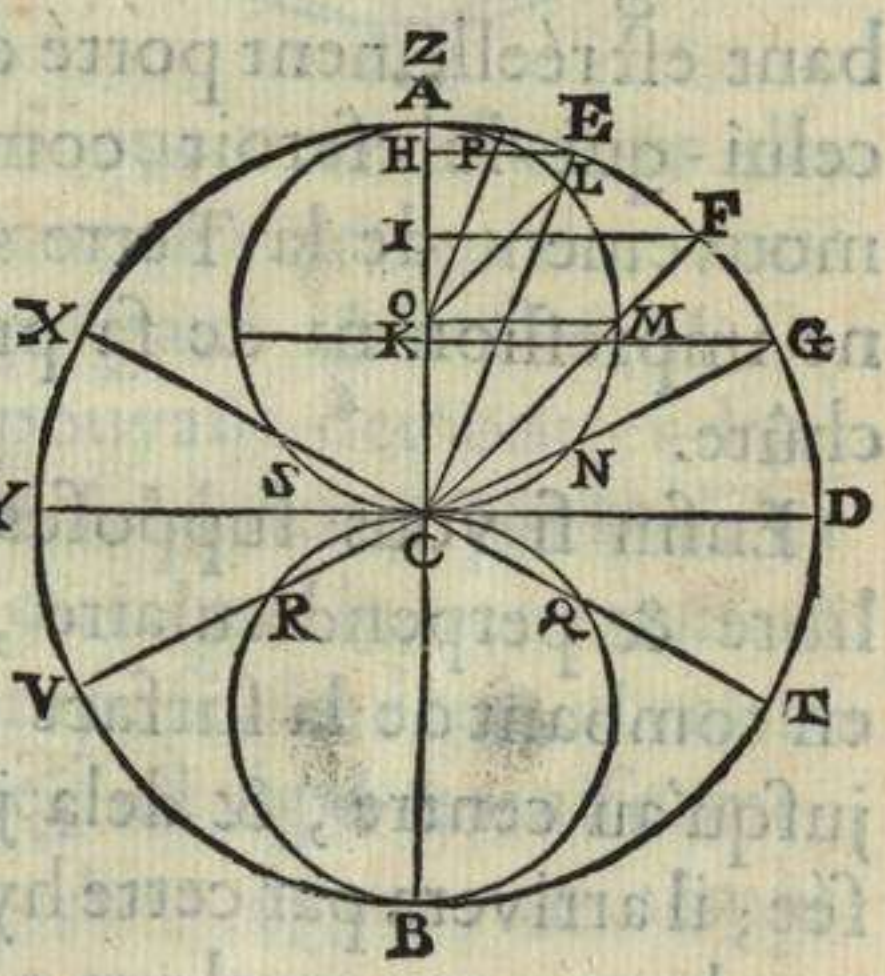
Enfin ſi vous ſuppoſés qu'il y ait un paſſage libre & perpendiculaire, par lequel le mobile en tombant de la ſurface de la Terre, puiſſe aller juſqu'au centre, & dela juſqu'à la ſurface oppoſée; il arrivera par cette hypotheſe, que ce mobile tombant, en quelque point du diametre de la Terre que ſa chûte commence, (comme ſur ſa ſurface au point A,) emploiera preciſement ſix

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. IV. Suites admirables de la premiere penſée de Galilée.

heures de temps à arriver au centre ; D'où il paſſera en remontant vers l'autre part en ſix autres heures, juſqu'à la ſurface oppoſée en B ; & de la retombant une autre fois, il ſera encore ſix heures à retourner au centre ; & ſix autres heures à remonter au lieu d'où il êtoit premierement parti. Deſorte qu'il parcourra deux fois le diamettre de la Terre tant en allant qu'en revenant preciſement en vint quatre heures.

Car ce mobile en tombant du point A, n'arrivera point au centre C, que le point Z, partant au même temps du même point A, ne ſoit arrivé par le mouvement de l'Equateur en D ; aprés avoir parcouru le quart du même Equateur A D, c'eſt à dire au bout de ſix heures : Et comme les degrez de viteſſe acquiſe au point C, diminuent en montant vers la ſurface oppoſée en B, en la même proportion inverſe de celle par laquelle ils s'êtoient augmentez en deſcendant de A vers C, enſorte que les eſpaces ſoient toujours



comme les ſinus verſes de l'Equateur ; l'on pourra demontrer par un raiſonnement pareil à ce-

2009 Ministerio de Cultura

lui dont nous nous ſommes ſervis, que le mobile montant de C en B avec un mouvement compoſé du droit uniformement diminué & d'un circulaire uniforme & égal, decrira la circonference du cercle CQB, & qu'il ſera en Q lors que Z ſera en T, & n'arrivera point en B, que lorſque Z aura parcouru l'autre quart de l'Equateur DTB, c'eſt à dire au bout de ſix heures. Ainſi le mobile tombant du point B en C, decrira la circonference BRC dans le même temps que Z partant de B parcourra le quart de l'Equateur BVY. Et enfin le même mobile remontant de C en A, decrira la circonference CSA pendant que le point Z paſſera en ſix heures le dernier quart de l'Equateur YXA.

LIV. I, CHAP. IV. Suites admirables de la premiere penſée de Galilée.

Et de cette maniere un mobile parcourroit deux fois en un jour le diametre entier de la Terre en allant & en revenant. Cette reciprocation journaliere d'allées & de retours dureroit éternellement, (par ce principe de mecanique, qu'une vertu une fois imprimée dans un corps y demeure d'elle même perpetuellement ſans en ſortir jamais, à moins qu'elle ne ſoit chaſſée par quelque cauſe externe;) ſi la reſiſtance du dehors ne l'arrêtoit, & particulierement celle de l'air; qui diminuant inſenſiblement la viteſſe de la chûte du mobile, la reduiroit à la fin au mouvement égal ou au neant, & le feroit arrêter au centre, où il demeureroit en repos.

2009 Ministerio de Cultura

Au reſte il paroît que cette ſuppoſition bannit de la Nature toutes ſortes de mouvemens par ligne droite.

LIV. I. CHAP. V. Seconde penſée de Galilée pour expliquer l'augmentation de viteſſe au moment acceleré.

CHAPITRE V.

Seconde penſée de Galilée pour expliquer l'augmentation de viteſſe au mouvement acceleré.

VOICI maintenant l'autre maniere par laquelle Galilée explique la nature de cette augmentation de viteſſe dans les corps qui tombent vers le centre de la terre. Il dit donc que le mouvement uniformement acceleré eſt celui *dans lequel le mobile acquiert en chacun des momens égaux de ſa chute, des degrez égaux de viteſſe.* C'eſt à dire que la viteſſe du mobile au ſecond temps, (ſuppoſant que tout le temps de ſa chute ſoit diviſé en parties égales,) eſt double de celle qu'il avoit au premier temps; celle du troiſiéme temps triple de celle du premier, celle du quatriéme quadruple du même, & ainſi des autres.

Dela vient que les eſpaces parcourus, êtant en raiſon compoſée de celles des temps & des viteſſes, ſont en raiſon doublée, ou comme les quarrez, des uns ou des autres. C'eſt à dire que l'eſpace parcouru en deux temps à commencer

2009 Ministerio de Cultura

toûjours du premier point de ſa chûte, eſt quadruple de l'eſpace qui a été paſſé dans le premier temps; l'eſpace parcouru en trois temps ſera neuf fois plus grand que l'eſpace paſſé dans le premier ; l'eſpace en quatre temps ſera à celui du premier comme 16 à 1. Et ainſi du reſte, ſelon la ſuite des premiers quarrez.

LIV. I. CHAP. V. Seconde penſée de Galilée pour expliquer l'augmentation de viteſſe au mouvement acceleré.

Ce qui fait que les eſpaces parcourus dans des temps égaux ſont entr'eux dans la ſuite des premiers nombres impairs, 1:3:5:7:9:11: &c. qui ſont les differences des premiers quarrez. Comme ſi l'eſpace parcouru dans le premier temps de la chûte eſt 1, l'eſpace paſſé dans le deuxiéme ſera 3 ou triple du premier ; & l'eſpace du troiſiéme temps ſera 5 ; au quatriéme moment l'eſpace aura 7 : au cinquiéme 9 : & ainſi des autres à l'infini.

CHAPITRE VI.

Explication de la même penſée.

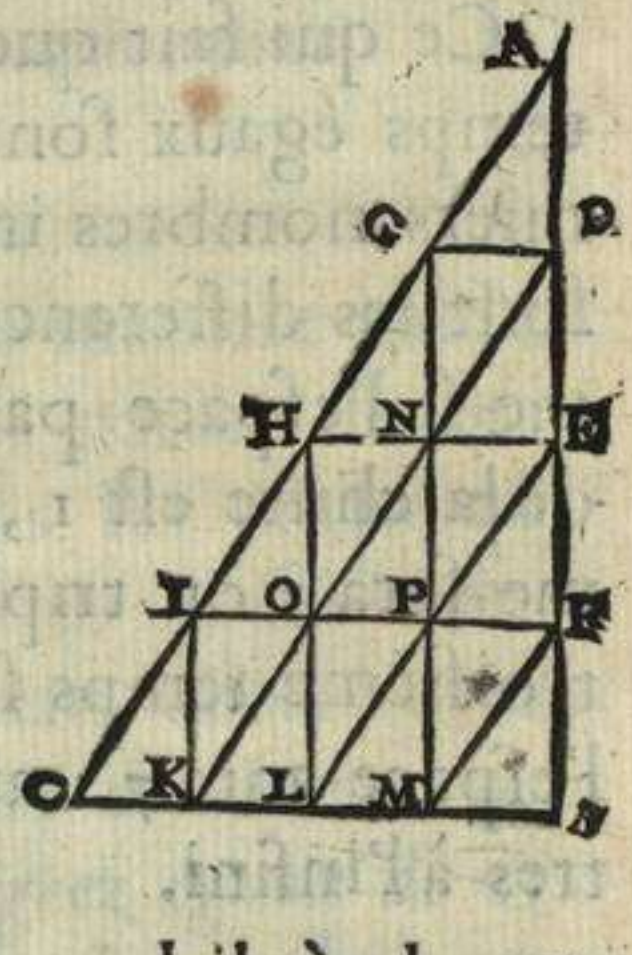
CHAP. VI. Explication de la même penſée.

CETTE doctrine s'explique bien par le moïen d'un triangle, comme ABC dont il faut couper un des côtez comme AB, en autant de parties égales que l'on veut comme AD : DE:EF:FB; puis de chacun des points de diviſion D:E:F:, l'on mene deux lignes paralleles aux deux autres côtez du triangle comme

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. VI. Explication de la même pensée.

DG, DK: EH, EL: FI, FM: & enfin les droites GM: HL: IK: paralleles à AB, qui passeront necessairement par les points N: O: P: où les autres lignes se coupent. Par cette intersection de lignes il se fait un bon nombre de triangles égaux & semblables tant entr'eux qu'au grand Triangle.



Ceci posé: l'on prend toute la ligne AB pour la mesure du temps de la chûte d'un corps, & chacune des parties AD: DE: EF: FB: pour des momens égaux. Puis l'on prend la droite GD pour la mesure du premier degré de viteſſe aquise par le corps tombant dans le premier moment AD.

Et puisque, par l'hypotheſe, le mobile à chacun des momens égaux de temps acquiert des degrez égaux de viteſſe, la viteſſe au second moment pourra être determinée par la ligne EH dans laquelle la ligne NH égale à GD est ajoutée à la même GD ou à son égale EN; & la viteſſe du troisiéme moment par la droite FI, dans laquelle OI égale à GD, est ajoutée à OF égale à EH; ainsi la viteſſe du quatriéme moment, sera entenduë par la ligne BC, où la droite KC égale à GD, est ajoutée à BK égale à la precedente IF; & ainsi des autres.

Maintenant

2009 Ministerio de Cultura

Maintenant comme l'on entend que les viteſſes & les temps croiſſent continuellement en même proportion depuis le point de la chûte A; les produits de la compoſition des uns & des autres, qui font les eſpaces parcourus par le mobile, s'expliqueront bien par les triangles; Enſorte que l'eſpace paſſé dans le premier moment AD avec un degré de viteſſe DG ſoit le trian- ADG; Et l'eſpace paſſé dans le ſecond moment DE avec deux degrez de viteſſe EH ſoit le trapeze GDEH; & l'eſpace du troiſiéme EF avec les trois degrez de viteſſe FI ſoit le trapeze EHIF; Et enfin l'eſpace du quatriéme moment FB avec les quatre degrez de viteſſe BC ſoit le trapeze BCIF.

LIV. I. CHAP. VI. Explication de la même penſée.

Car il y a trois triangles dans le trapeze GDEH égaux & ſemblables au premier triangle ADG, cinq triangles dans le trapeze HEFI, & ſept dans le trapeze BCIF. En la même maniere que l'eſpace du premier moment étant 1, celui du ſecond eſt 3, celui du troiſiéme eſt 5, celui du quatriéme eſt 7; & ainſi des autres. C'eſt à dire que ces triangles, auſſi bien que les eſpaces, ſont entr'eux dans la ſuite des premiers nombres impairs 1:3:7:9:11. &c.

D'où l'on peut conoître pour quelle raiſon Galilée appelle le mouvement uniformement acceleré, *celui qui partant du point du repos, acquiert en tous les momens égaux de Temps, des degrez égaux de viteſſe.*

2009 Ministerio de Cultura

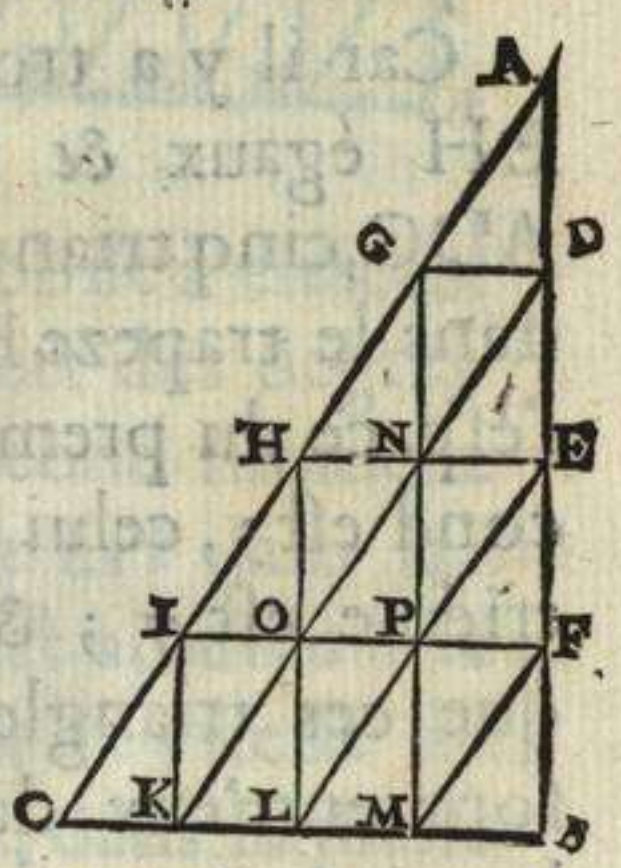
LIV. I.
CHAP. VII.
Proprietés du mouvement acceleré.

CHAPITRE VII.

Proprietez du mouvement acceleré.

CE mouvement ſur cette hipotheſe des proprietez admirables, dont voici les principales.

1. Si un mobile eſt porté d'un mouvement égal & uniforme avec un degré de viteſſe égal à celui qu'il auroit aquis par le movement acceleré tombant d'une certaine hauteur en un certain temps ; il parcourra dans un temps égal, un eſpace double de celui qu'il avoit paſſé en tombant depuis le commencement de ſa chûte. Car l'eſpace DGNE que le mobile paſſeroit d'un mouvement égal & uniforme dans le moment DE, avec le degré de viteſſe GD, eſt double de l'eſpace ADG qu'il a paſſé dans un moment égal, d'un mouvement acceleré depuis le point de ſa chûte A.



2. Un mobile porté ſur des plans diverſement inclinés, acquiert un même degré de viteſſe par tout où il y a même hauteur perpendiculaire.

2009 Ministerio de Cultura

3. Les temps qu'un mobile employe à paſſer ſur des plans égaux & diverſement inclinés, & qui ont même hauteur perpendiculaire, ſont entr'eux comme les longueurs des mêmes plans.

LIV. I. CHAP. VII. Proprietés du mouvement acceleré.

4. Les temps qu'un mobile employe à paſſer ſur des plans égaux & diverſement inclinez, ſont entr'eux en raiſon ſous doublée & reciproque de la hauteur perpendiculaire des même plans.

5. Dans un cercle élevé à plomb, un mobile eſt autant de temps à paſſer par le quart de cercle que par aucun de ſes arcs moindres que le quart.

6. Un mobile paſſera ſur les plans poſez ſuivant les cordes de tous les arcs du cercle qui commencent ou finiſſent à l'un des bouts du diametre perpendiculaire, dans le même temps qu'il parcourra le même diametre.

7. Le temps du mouvement du mobile au long de l'arc, eſt moindre que celui du mouvement du même mobile au long de la corde du même arc, quoy que l'arc ſoit plus grand que ſa corde, &c.

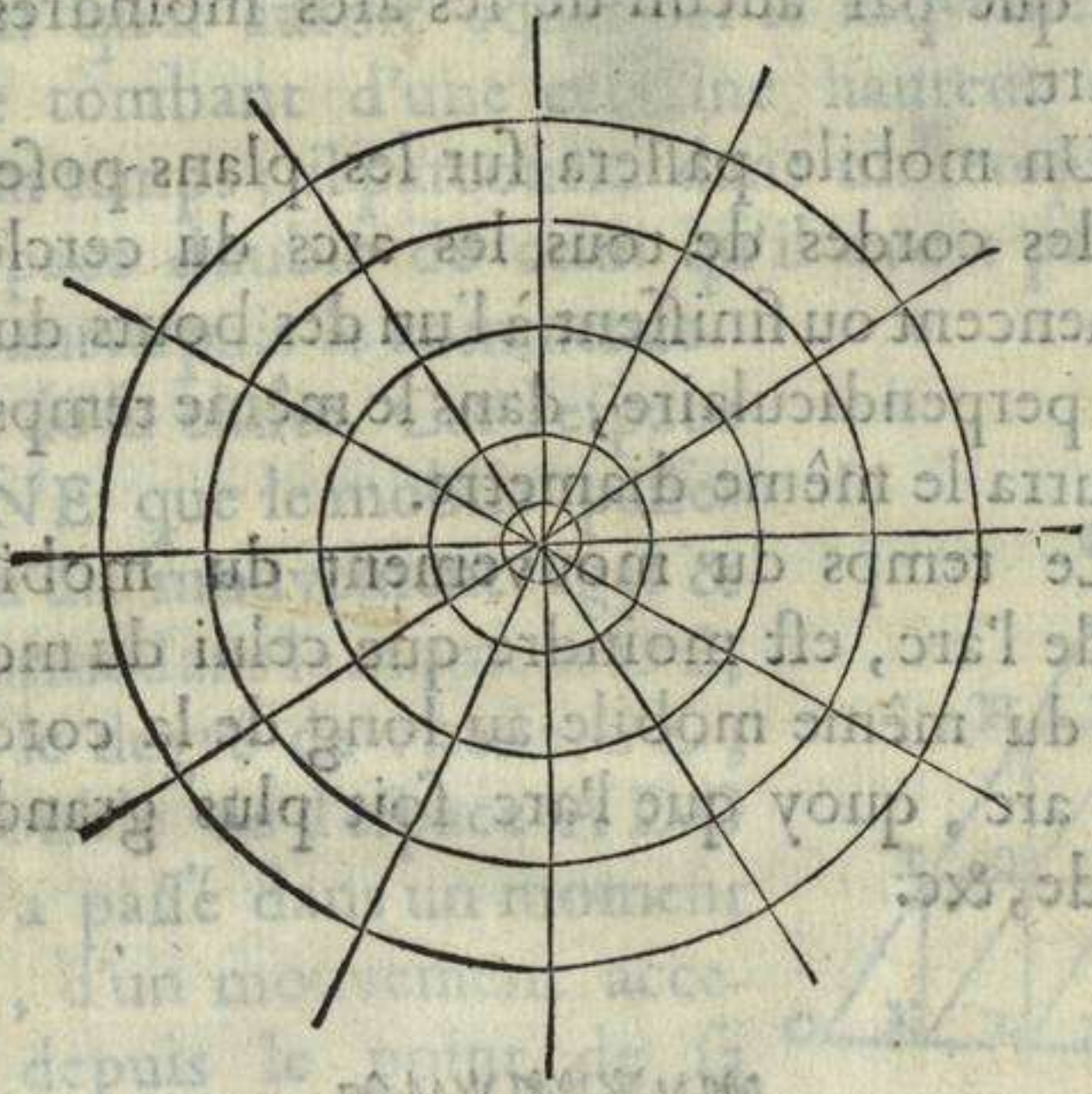
2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP VIII. Suites admirables des proprietés du mouvement.

CHAPITRE VIII.

Suites admirables des proprietés du mouvement.

AU reſte quoi que le mouvement égal & uniforme, & celui qui eſt uniformement acceleré ſoient d'une nature ſi differente: l'on voit neanmoins naître d'eux les mêmes cercles & les mêmes ſpheres. Car ſi l'on ſuppoſe



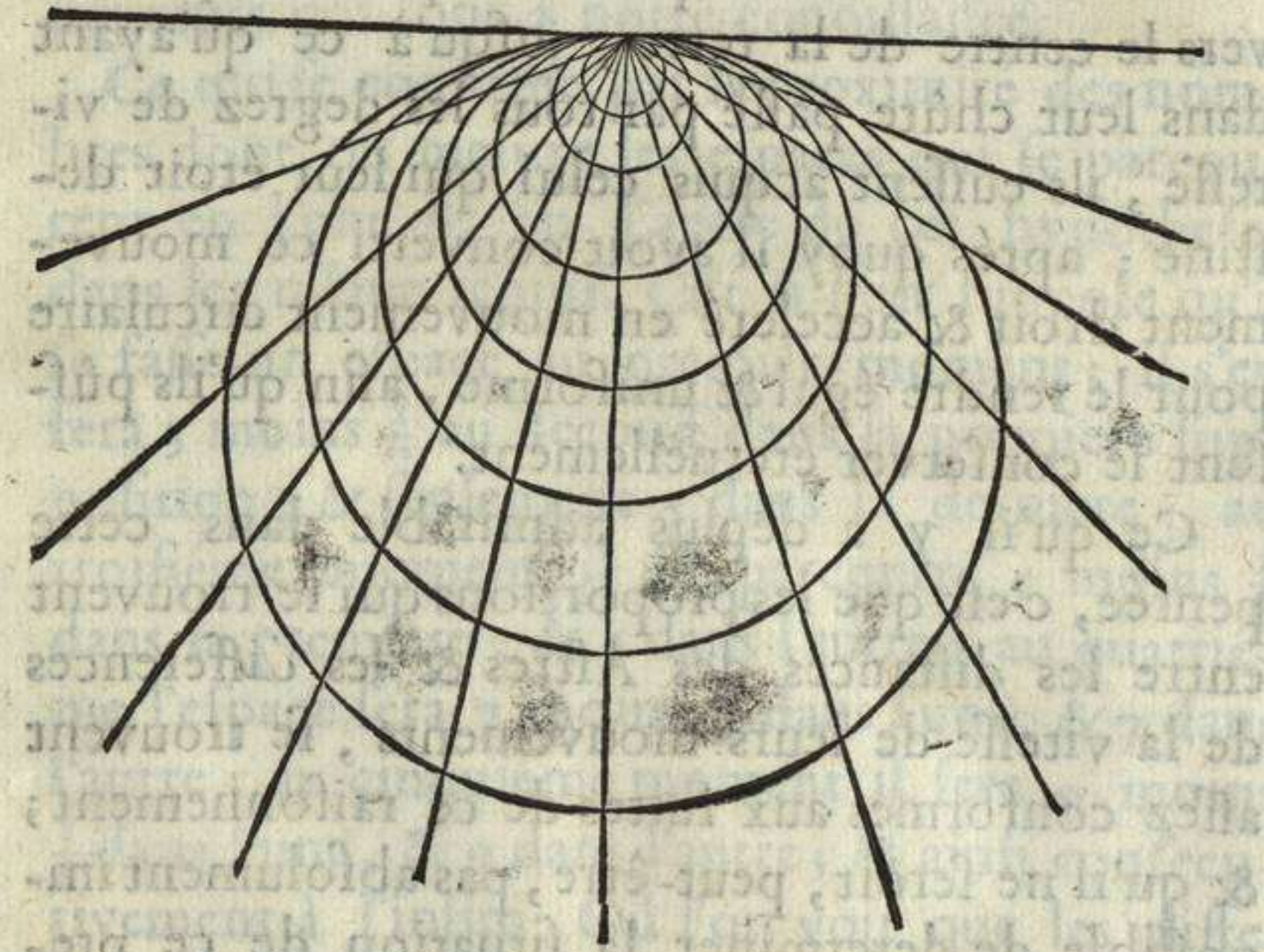
une infinité de lignes droites ſe coupant toutes en un même point s'étendre de toutes parts, ſur leſquelles des mobiles partant du même point en même moment ſoient entendus ſe mouvoir

2009 Ministerio de Cultura

tous d'un mouvement égal & uniforme; Ces mobiles ſe trouveront toûjours dans la circonference de mêmes cercles qui peuvent être decrits & plus grands & plus grands à l'infini, autour de ce même point comme d'un centre; & dont ces mêmes lignes droites ſeront les demi-diametres.

LIV. I. CHAP. VIII. Suites admirables des proprietez du mouvement.

Mais ſi vous entendez que des mobiles, tombant en même moment du même point, ſoient portés vers le centre avec un mouvement uniformement acceleré au long des mêmes lignes; Ces mobiles ſe trouveront toujours dans la circonference de mêmes cercles & plus grands & plus grands à l'infini, qui ſe toucheront tous



2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. VIII. Suites admirables des proprietés du mouvement.

à ce même point immobile avec le plan horizontal, que l'on y fera paſſer ; Et ces droites ſeront les cordes des arcs de ces cercles.

Au reſte comme il eſt difficile de comprendre qu'un mobile puiſſe dabord acquerir un degré de viteſſe determiné, ſans avoir paſſé par tous les degrez precedens de moindre velocité; On peut ici juger pour quelle raiſon les Anciens ont été perſuadez que les ſentimens de Platon avoient quelque choſe de divin. Car ce Philoſophe dit ſur ce ſujet que Dieu ayant, peut-être, créé les Aſtres dans un même lieu de repos, les avoit laiſſé dans la liberté de ſe mouvoir en ligne droite & vers un même point, à la maniere des choſes peſantes qui ſont portées vers le centre de la terre, juſqu'à ce qu'ayant dans leur chûte paſſé par tous les degrez de viteſſe, ils euſſent acquis celui qui leur étoit deſtiné ; aprés quoy il avoit converti ce mouvement droit & acceleré en mouvement circulaire pour le rendre égal & uniforme, afin qu'ils pûſſent le conſerver éternellement.

Ce qu'il y a deplus admirable dans cette penſée, c'eſt que les proportions qui ſe trouvent entre les diſtances des Aſtres & les differences de la viteſſe de leurs mouvements, ſe trouvent aſſez conformes aux ſuites de ce raiſonnement; & qu'il ne ſeroit, peut-être, pas abſolument impoſſible de determiner la ſituation de ce pre-

2009 Ministerio de Cultura

mier lieu de repos, d'où ils auroient tous commencé de se mouvoir.

LIV. I. CHAP. VIII. Suites admirables des proprietés du mouvement.

CHAPITRE IX.

Raisonement sur les deux pensées de Galilée.

CHAP. IX. Raisonement sur les deux pensées de Galilée.

VOILA donc en peu de discours les deux opinions rapportées par Galilée pour expliquer la nature du mouvement des corps qui tombent, lesquelles sont fondées sur des raisons assés également probables & marchent sur des proportions si prochaines, qu'il est presqu'impossible à l'esprit humain de les discerner par l'experience, ou de les convaincre de faux dans les hauteurs qui sont à nôtre conoissance.

Ce qui se confirme par la proximité des nombres dont on mesure les espaces qui se parcourent en l'une & en l'autre de ces hypotheses dans les même temps. Car si l'on suppose qu'il se fasse un espace au premier moment; il s'en fera 3 moins $\frac{1}{12}$ au second dans la premiere supposition, & seulement 3 dans la derniere; au troisiéme moment il se parcourra 5 moins $\frac{1}{6}$ dans la premiere, & 5 dans l'autre; au quatriéme l'espace sera 7 moins $\frac{1}{4}$ dans l'une, & 7 dans l'autre; au cinquiéme moment il sera 9 moins $\frac{1}{3}$ dans l'une, & 9 dans l'autre; & ainsi consecutivement à l'infini. Où l'on voit que les diffe-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. IX. Raiſonement ſur les deux penſées de Galilée.

rences ſont ſi petites & ſi peu reconoiſſables dans les plus grandes hauteurs où nous pouvons faire les experiences, qu'il eſt moralement impoſſible de juger avec certitude de la verité ou de la fauſſeté de l'une ou de l'autre de ces deux opinions.

Il eſt vray neanmoins que Galilée, aprés avoir parlé de la premiere dans ſes Dialogues du Syſteme du monde, d'une maniere à faire croire que ce fut ſon veritable ſentiment, s'explique affirmativement ſur la derniere dans le livre du Mouvement qu'il a compoſé tout exprés pour ce ſujet ; où il aſſure ſans balancer que cette hypotheſe eſt celle qu'il tient pour veritable & par la force de la raiſon & par la conformité de pluſieurs experiences.

2009 Ministerio de Cultura

LIVRE DEVXIE'ME. LIV. II.

Theorie du mouvement de projection.

CHAPITRE PREMIER.

Eſpeces differentes du mouvement de projection.

CHAP. I. Eſpeces differentes du mouvement projection.

AU reſte il a falu dire la plus part des choſes que nous avons expliquées ſur la nature du mouvement naturel qui convient aux corps peſants qui tombent vers le centre de la Terre, pour bien comprendre ce que nous allons remarquer ſur la nature du mouvement violent, qui eſt le propre des *Corps jettez*, c'eſt à dire de ceux qui ſont portés par l'impreſſion d'une force qui leur eſt communiquée par une cauſe externe; & pour faire conoitre Quelle eſt la ligne que ces corps jettés decrivent dans l'air par leur paſſage?

Ce mouvement donc, que nous pouvons appeller *mouvement de Projection*, ſe fait perpendiculairement ou vers le haut ou vers le bas, ou bien horizontalement vers les côtez, ou enfin ſuivant quelque ligne de direction entre la perpendiculaire & l'horizontale.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. II. Mouvement perpendiculaire en haut ou en bas.

CHAPITRE II.

Mouvement perpendiculaire en haut ou en bas.

CELUI qui ſe fait perpendiculairement vers le haut eſt continuellement arreſté ou retardé par la peſanteur du corps jetté laquelle, entrainant continuellement ce corps en bas, fait que ſon mouvement va toûjours en diminuant, & qu'il ne dure que tant que la force de l'impreſſion qui le porte en haut, & qu'il a de la cauſe qui l'a jetté, ſe trouve ſuperieure à celle de ſe porter vers le bas, qui lui vient de ſa gravité: Car le corps jetté ceſſe de monter au moment que les deux impreſſions deviennent égales, & il commence à tomber auſſi-tôt que celle de la peſanteur commence à prevaloir ſur l'autre.

Où il faut remarquer que les eſpaces parcourus par le mobile jetté vers le haut, ſont en proportion reciproque de ceux qui ſont parcourus dans les mêmes temps par le mobile tombant. C'eſt à dire que les viteſſes diminuent en montant en la même proportion inverſe qu'elles augmentent en deſcendant; D'où il arrive que le même corps paſſe par les mêmes eſpaces dans des temps égaux en montant & en deſcendant.

Car ſi l'on entend que tout le temps qu'un

2009 Ministerio de Cultura

mobile employe à monter, eſt diviſé en un certain nombre de parties égales, comme par exemple en cinq ; il eſt conſtant que ſi l'eſpace qu'il parcourt au premier temps contient 9 meſures, celui du ſecond temps en contiendra 7, celui du troiziéme 5, celui du quatriéme 3, & enfin l'eſpace parcouru au cinquiéme ou dernier temps, n'aura que 1 de ces meſures, juſqu'au moment où il ſe trouve en equilibre ſans monter n'y deſcendre : Et qu'auſſi-tôt qu'il deſcend, il parcourt par proportion inverſe les mêmes eſpaces dans les mêmes temps ; c'eſt à dire qu'au premier temps il deſcend 1 meſure, au ſecond 3, au troiſiéme 5, au quatriéme 7, & enfin au cinquiéme ou dernier 9 : mettant parce moyen autant de temps preciſement à deſcendre qu'il en a employé à monter.

LIV. II. CHAP. II. Mouvement perpendiculaire en haut ou en bas.

Le mouvement de projection fait à plomb vers le bas, reçoit une nouvelle impreſſion de viteſſe par l'augmentation de celle que le corps acquiert par ſa ſeule gravité en tombant.

L'une & l'autre de ces projections perpendiculaires, ſoit en haut ſoit en bas, comparée à nous, ſe fait toûjours par une ligne droite, à laquelle la peſanteur du corps jetté n'altere rien quant à la direction ; le changement qu'elle y apporte eſt ſeulement qu'elle accourcit la droite du mouvement vers le haut, & qu'elle allonge celle du mouvement vers le bas.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. III. Mouvement de projection horizontale.

CHAPITRE III.

Mouvement de projection horizontale.

IL n'en eſt pas de même du mouvement des corps jettez horizontalement ou a côté ; car la peſanteur apporte beaucoup d'alteration à la ligne de leur direction , laquelle ne peut pas demeurer droite ; au contraire elle devient courbe en changeant de route.

Et parce que nous ferons voir dans la ſuite, que cette courbe eſt une eſpece de ligne reguliere, que les Geometres appellent *ligne Parabolique*, qui ſe fait ſur la ſurface d'une Cone coupé par un plan dont l'axe eſt paralel au côté du même Cone ; il eſt neceſſaire, avant que de paſſer outre , de donner ici quelque conoiſſance de cette ligne & de quelques unes de ſes proprietez qui ſont à nôtre ſujet.

CHAPITRE IV.

Naiſſance & proprietez de la ligne Parabolique.

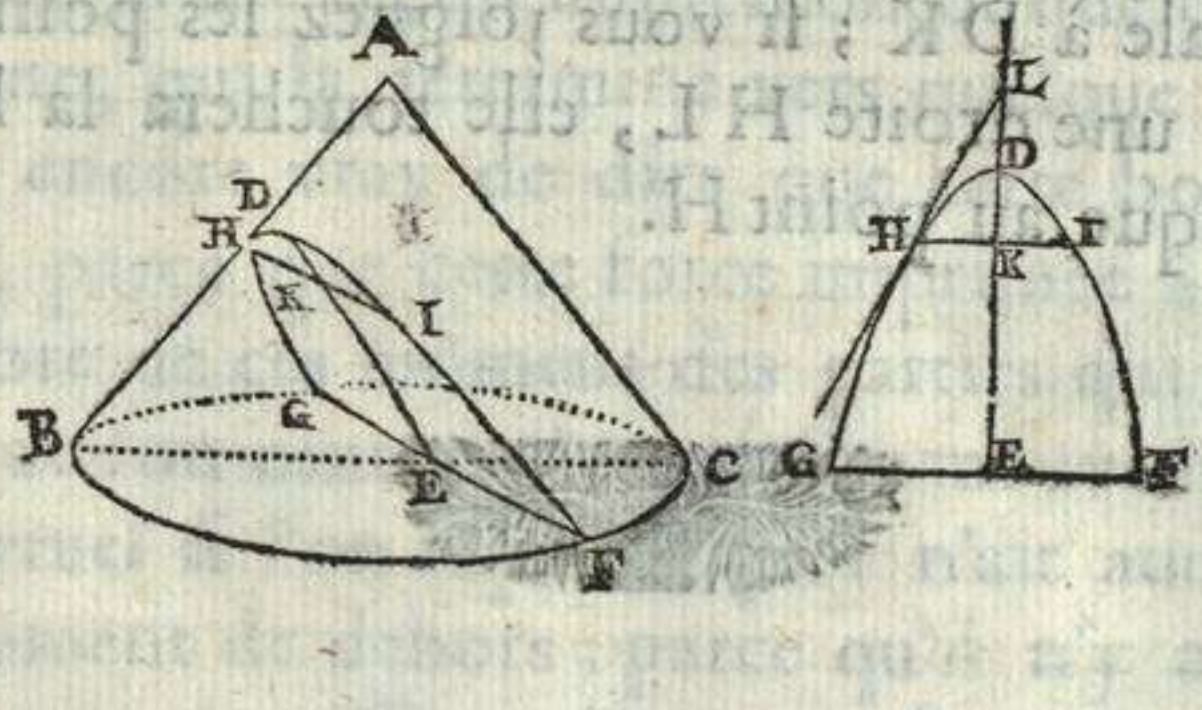
CHAP. IV. Naiſſance & proprietez de la ligne Parabolique.

SOIT donc un Cone B A C, qui a le point A pour ſommet & le cercle B G C F pour baſe, coupé premierement par le ſommet A ſuivant le diametre de la baſe B C ; il eſt conſtant

2009 Ministerio de Cultura

qu'il naitra de cette coupe le triangle A B C que l'on appelle *le triangle par l'axe du Cone*. Soit maintenant dans le plan de la baſe du Cone mené, de quelque point que ce ſoit, la droite F G coupant le diametre B C à angles droits, comme au point E ; d'où la ligne E D ſoit élevée dans le plan du triangle par l'axe, parallele au côté A C, & rencontrant en D l'autre côté A D du même triangle ; & ſoit entendu un plan mené par les droites D E : G F, il paroît que ce plan coupera le cone & qu'il tracera par cette ſection ſur ſa ſurface convexe, une ligne courbe G H D I F, qui eſt celle dont nous parlons, que les Anciens ont appellé *ligne parabolique* ; *& Parabole* la figure compriſe entre cette ligne courbe & la ligne droite G F ; dans laquelle parabole la ligne E D s'appelle *l'axe*, G F ; la *baſe ou l'amplitude*, & les droites comme H K & K I paralleles à la baſe, s'appellent les *Ordonnées*.

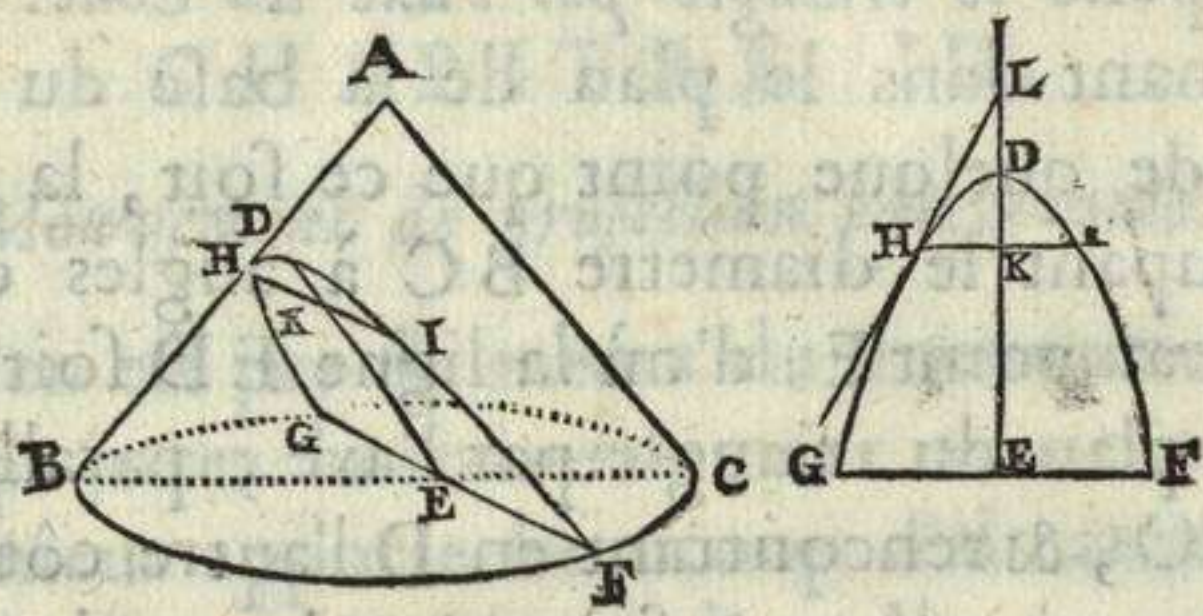
LIV. II. CHAP. IV. Naiſſance & proprietez de la ligne parabolique.



Les principales proprietez de cette figure,

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. IV. Naiſſance & proprietez de la ligne parabolique.



ſont que les portions de l'axe ſont entr'elles en raiſon doublée des ordonnées qui leur repondent. C'eſt à dire que la partie de l'axe E D eſt à la partie D K en raiſon doublée, ou comme le quarré de l'ordonnée G E au quarré de l'ordonnée H K. D'où vient que ſi G E eſt double de K H, la droite E D ſera quadruple de D K; & ſi G E eſt triple de K H, E D contiendra D K neuf fois, & ainſi des autres.

L'autre proprieté eſt celle-cy : continuant l'axe E D, & prenant en dehors une portion comme D L, égale à D K ; ſi vous joignez les points H & L par une droite H L, elle touchera la ligne parabolique au point H.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. V. La ligne de la projection horizontale eſt paraboli-que.

CHAPITRE V.

La ligne de la projection horizontale eſt parabolique.

CECI poſé : pour rechercher Quelle eſt la ligne des corps jettez horizontalement? Imaginons nous qu'une boule de matiere uniforme, tres dure & parfaitement ronde, eſt miſe ſur un plan parfaitement dur & uni, & également éloigné de toutes parts du centre de la Terre. Il eſt premierement certain que la boule ne touchera le plan qu'en un ſeul point, qui ſera dans la droite venant du centre de la Terre à celui de la boule ; & qu'elle demeurera en repos en cet état, dans lequel il n'y a point de raiſon qui la faſſe plûtôt mouvoir d'un côté que d'autre : car la matiere étant égale & uniforme, les momens de peſanteur de ſes parties autour du centre ſont égaux.

Mais ſi elle reçoit impreſſion de quelque cauſe externe, qui la determine vers quelque endroit; il eſt encore vray de dire que cette boule ſera muë, parce que cette force imprimée à ôté l'equilibre de ces momens des parties qui ſont autour de ſon centre : & que ſon mouvement ſera perpetuel ſi l'on ſuppoſe qu'il n'ait aucun empechement de dehors ; parce qu'il n'y a rien au dedans qui puiſſe arrêter ou changer cette di-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. V. La ligne de la projection horizontale eſt paraboli-que.

rection de ſes parties vers un endroit determiné, laquelle lui a été une fois imprimée.

Deplus comme il eſt encore veritable qu'il n'y a rien de defini dans l'extenſion ou grandeur de cette force d'impreſſion qui a êté communiquée à la boule ; Et que cette force à pû être plus grande & plus grande à l'infini : il eſt auſſi conſtant que la viteſſe du mouvement de cette boule à pû être en la même maniere plus grande & plus grande à l'infini ; & qu'elle à pû perſeverer toûjours dans un mouvement uniforme , avec ce degré de viteſſe.

Et c'eſt ainſi que l'on peut expliquer avec apparance , l'uniformité , l'égalité , & la durée perpetuelle du mouvement des Corps celeſtes, qui, peut-être , ont receu dans le temps de leur creation cette impreſſion de viteſſe determinée qu'ils conſervent toujours également par leur mouvement circulaire , dans lequel il ne trouvent aucun empêchement qui leur reſiſte.

Maintenant dans le temps que cette boule ſe meut ſuivant cette poſition , avec quelle viteſſe que ce ſoit, ſur ce plan horizontal ; ſi nous concevons que ce plan qui la ſoutient eſt ôté tout à coup , & que la boule ſoit laiſſée dans une entiere liberté de ſe mouvoir ſelon ſon inclination: Il eſt vray qu'elle continuera ſon premier mouvement ſuivant l'impreſſion qu'elle avoit

2009 Ministerio de Cultura

avoit & vers la même part où elle alloit, lors qu'elle ſe mouvoit ſur le plan : Mais qu'à l'arrivée d'une nouvelle impreſſion que ſa propre gravité lui communique & dont l'effet étoit auparavant arrêté par le plan, Elle ſera contrainte de ſe detourner de la droiture de ſa direction, & de s'abbaiſſer inſenſiblement dans la ſuite de ſon mouvement.

LIV. II. CHAP V. La ligne de la projection horizontale eſt parabolique.

Ainſi elle decrira dans ſon paſſage une ligne formée par ces deux mouvements, dont l'un eſt égal & uniforme qui lui vient de la premiere impreſſion, c'eſt à dire de l'impulſion du corps qui la pouſſée; & l'autre eſt uniformement acceleré qui lui eſt communiqué par ſa propre peſanteur.

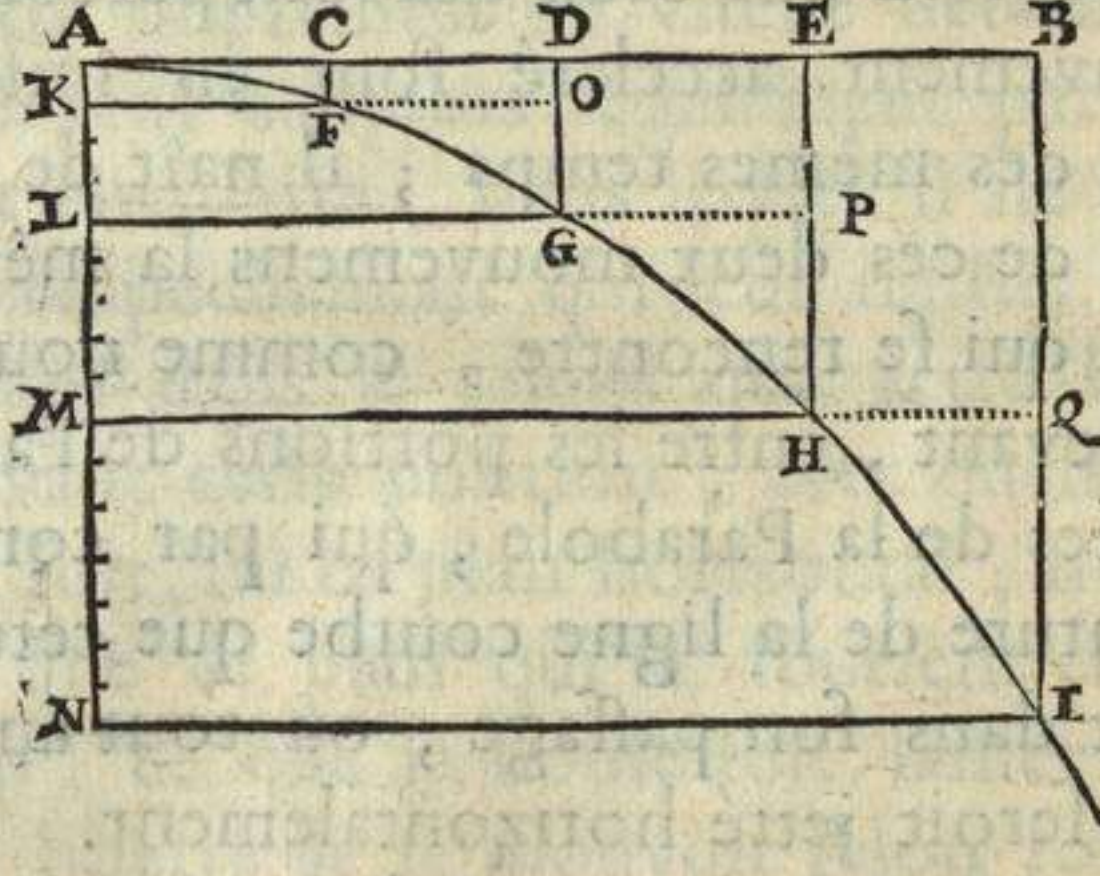
Et comme les eſpaces parcourus dans un mouvement égal ſont en même proportion que les temps, au lieu que ceux qui ſont parcourus dans un mouvement acceleré ſont en raiſon ſous doublée des mêmes temps ; il naît de la compoſition de ces deux mouvemens la même proportion qui ſe rencontre, comme nous avons dit cy-devant, entre les portions de l'axe & les ordonnées de la Parabole, qui par conſequent eſt la nature de la ligne courbe que cette boule decriroit dans ſon paſſage, ou tout autre mobile qui ſeroit jetté horizontalement.

Comme ſi nous comprenons que le corps qui a été jetté horizontalement ſuivant la ligne de

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. V. La ligne de la projection horizontale eſt parabolique.

direction A B, a parcouru dans le premier moment de temps l'eſpace A C par le mouvement égal de l'impulſion, & l'eſpace C F par le mouvement acceleré de ſa peſanteur; il eſt conſtant que dans le ſecond moment, il parcourra l'eſpace C D égal au premier A C par le mouvement égal, & l'eſpace O G triple de C F par l'acceleré; Et que la toute D G ou A L ſera quadruple de C F ou A K. Ainſi dans le troſiéme moment il paſſera l'eſpace D E égal à A C par le mouvement égal, & l'eſpace P H quintuple de C F par l'acceleré; Et la ligne E H ou A M ſera à C F ou A K comme 9 à 1. Enfin dans le quatriéme moment il parcourra l'eſpace E B égal à A C par le mouvement égal, & Q I ſeptuple de C F par l'acceleré; Et B I ou A N ſera à C F ou A K comme 16 à 1. & ainſi des autres.



Et comme le mobile au premier moment ſe trouve par ces deux mouvements au point F,

2009 Ministerio de Cultura

au point G dans le ſecond, au point H dans le troiſiéme, & au point I dans le quatriéme ; il paroît que la courbe AFGHI ſera decrite par ſon paſſage, dans laquelle la ligne AN étant à AK comme 16 à 1 ; & à AB à AC, c'eſt à dire NI à KF, comme 4 à 1 ; Le diametre ou l'axe AN, eſt à ſa portion AK en raiſon doublée de celle de l'ordonnée NI à l'ordonnée KF. Ainſi la raiſon de AM à AK qui eſt de 9 à 1, eſt doublée de celle de MH à KF, c'eſt à dire de AE à AC qui eſt de 3 à 1. Et celle de AL à AK qui eſt de 4 à 1, doublée de celle LG à KF, c'eſt à dire de AD à AC qui eſt de 2 à 1. Et partant que la courbe AFGHI decrite par le paſſage du mobile jetté horizontalement, eſt celle que l'on appelle *ligne Parabolique*, dont le ſommet eſt A, l'axe eſt à AN, & les ordonnées ſont KF : LG : MH : NI. &c.

LIV. II. CHAP. V. La ligne de la projection horizontale eſt parabolique.

CHAPITRE VI.

Les lignes des projections obliques ſont auſſi paraboliques.

NOus pouvons avec un raiſonnement ſemblable faire voir que les projections qui ſe font obliquement & ſuivant des directions inclinées entre l'horizontale & la perpendiculaire, decrivent des lignes Paraboliques

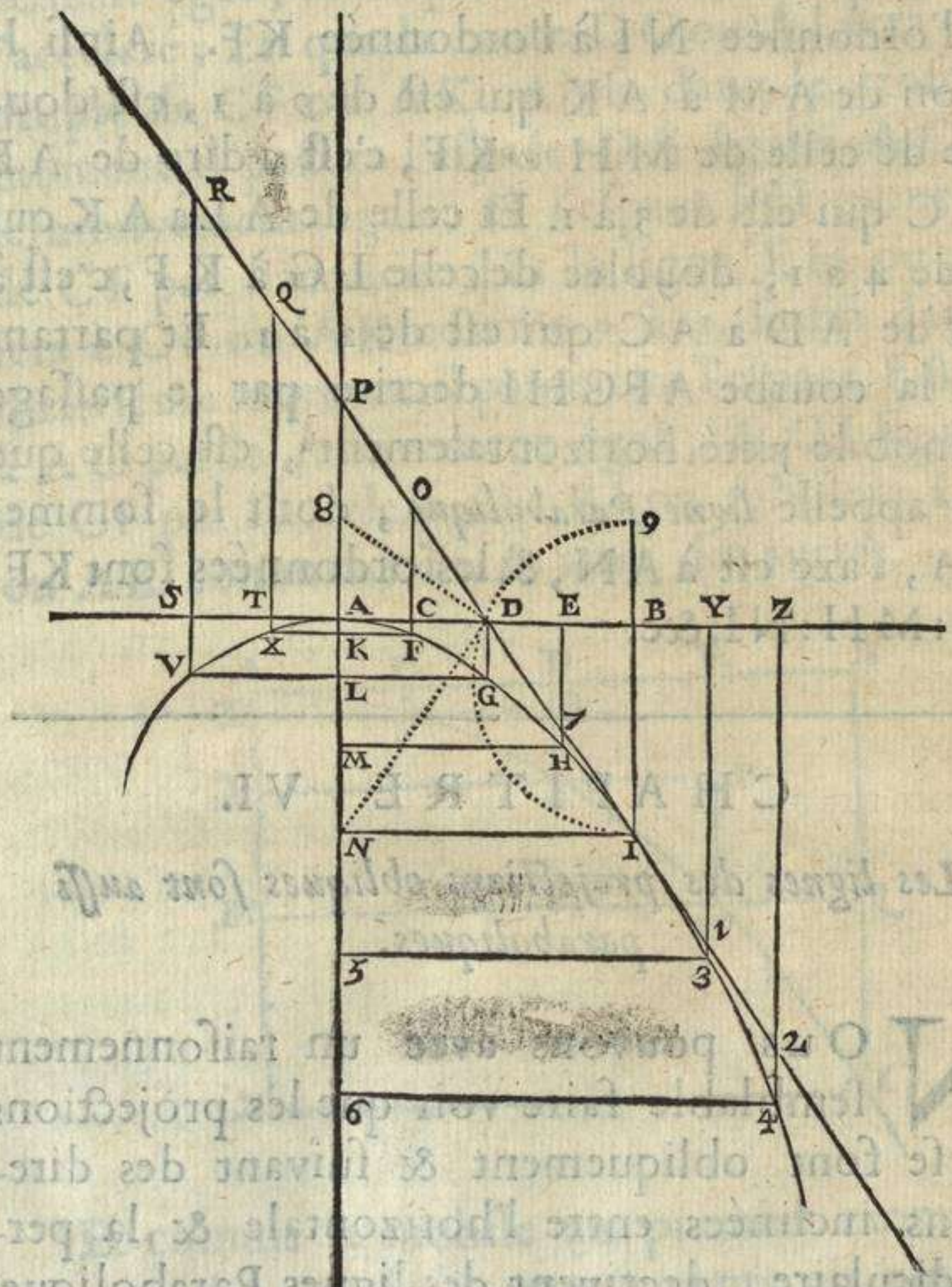
CHAP. VI. Les lignes des projections obliques ſont auſſi paraboliques.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. VI. Les lignes des projections obliques ſont auſſi paraboliques.

auſſi bien que les projections horizontales.

Car nous ſervant de la même figure, ſi nous menons la droite IP continuée depart & d'autre qui touche la parabole AGI en I, & coupe ſon axe NA prolongé en P. Il eſt premierement conſtant, (parce que nous avons remarqué cy-



2009 Ministerio de Cultura

devant pour une des principales proprietez de la ligne Parabolique,) que la ligne AP ſera égale à AN ou BI, & la droite AD égale à DB, & continuant FC en O, la droite IP ſera coupée en portions égales aux points 7 : D : O, comme la droite AB l'eſt aux points C : D : E.

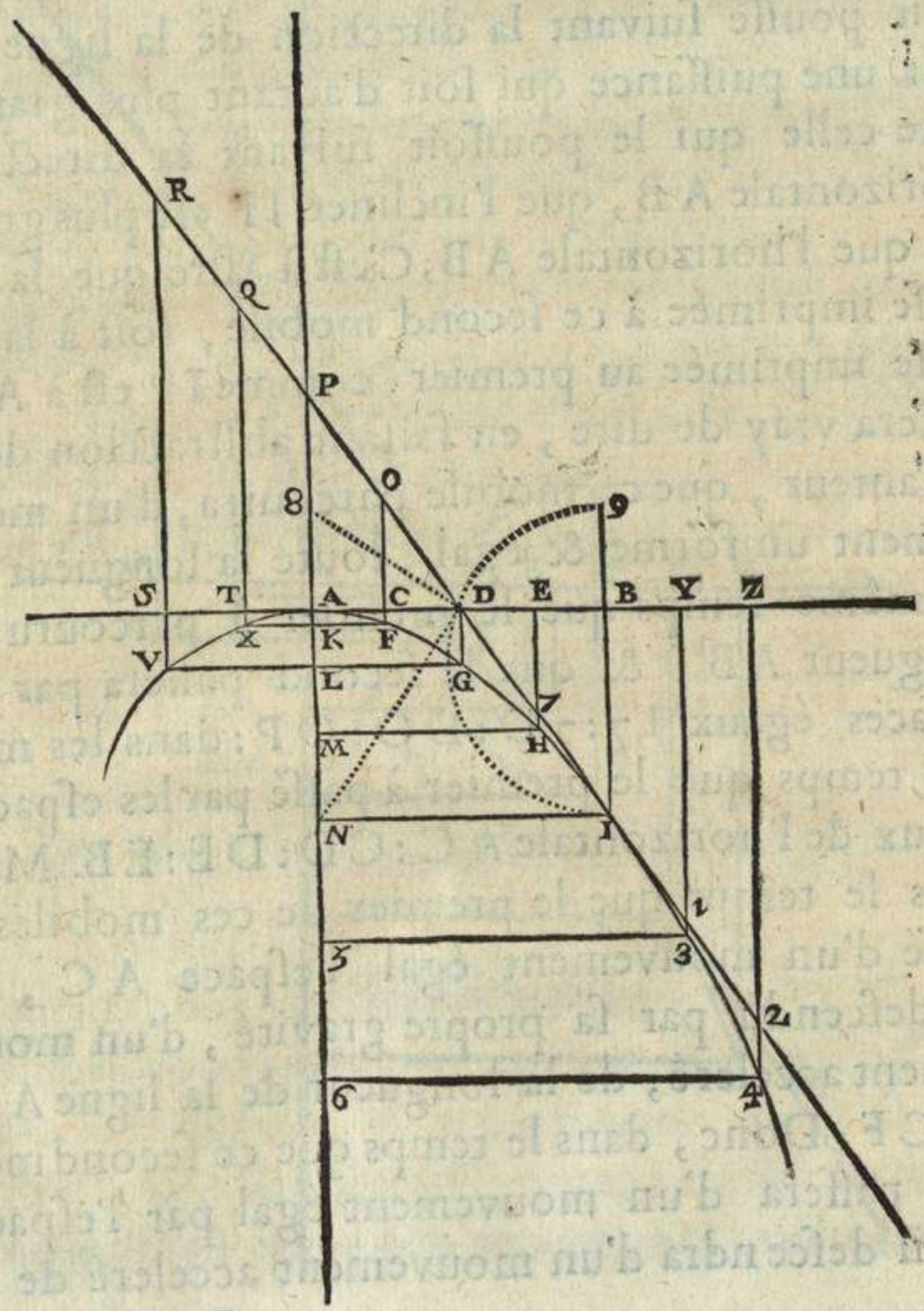
LIV. II. CHAP. VI. Les lignes des projections obliques ſont auſſi paraboliques.

Maintenant ſi nous entendons qu'un mobile ſoit pouſſé ſuivant la direction de la ligne IP par une puiſſance qui ſoit d'autant plus grande que celle qui le pouſſoit ſuivant la direction horizontale AB, que l'inclinée IP eſt plus grande que l'horizontale AB; C'eſt à dire que la viteſſe imprimée à ce ſecond mobile, ſoit à la viteſſe imprimée au premier, comme IP eſt à AB: Il ſera vray de dire, en faiſant abſtraction de la peſanteur, que ce mobile parcourra, d'un mouvement uniforme & égal, toute la longueur IP au même temps que le premier à parcouru la longueur AB, & que le ſecond paſſera par les eſpaces égaux I 7 : 7 D : DO : OP : dans les mêmes temps que le premier à paſſé par les eſpaces égaux de l'horizontale AC : CD : DE : EB. Mais dans le temps que le premier de ces mobiles à paſſé d'un mouvement égal l'eſpace AC, Il eſt deſcendu par ſa propre gravité, d'un mouvement acceleré, de la longueur de la ligne AK ou CF; Donc, dans le temps que ce ſecond mobile paſſera d'un mouvement égal par l'eſpace I 7, il deſcendra d'un mouvement acceleré de la

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. VI. Les lignes des projections obliques ſont auſſi paraboliques.

même hauteur perpendiculaire A K ou 7 H. Et en deux temps parcourant d'un mouvement égal les deux eſpaces I D, il deſcendra, par le mouvement acceleré de ſa peſanteur, à la hauteur perpendiculaire A L ou D G. Ainſi en trois temps il paſſera également les trois eſpaces I O, & l'eſ-



2009 Ministerio de Cultura

pace AM ou OF par l'acceleré. Et en quatre temps les quatre eſpaces IP par le mouvement égal, & l'eſpace AN ou AP par l'acceleré. C'eſt à dire que l'eſpace perpendiculaire 7H égal à AK étant 1; DG égal à AL ſera 4; OF égal à AM ſera 9; AP égal à AN ſera 16; &c. Et partant ce ſecond mobile decrira par ces deux mouvemens la ligne courbe IHGA. Mais cette courbe eſt la même Parabolique que le premier des mobiles porté horizontalement, à decrite, (ainſi que je vay le faire voir.) Donc la ligne decrite par un mobile jetté ſuivant une direction oblique entre la perpendiculaire & l'horizontale, comme ſuivant la direction de la droite IP, eſt une ligne Parabolique.

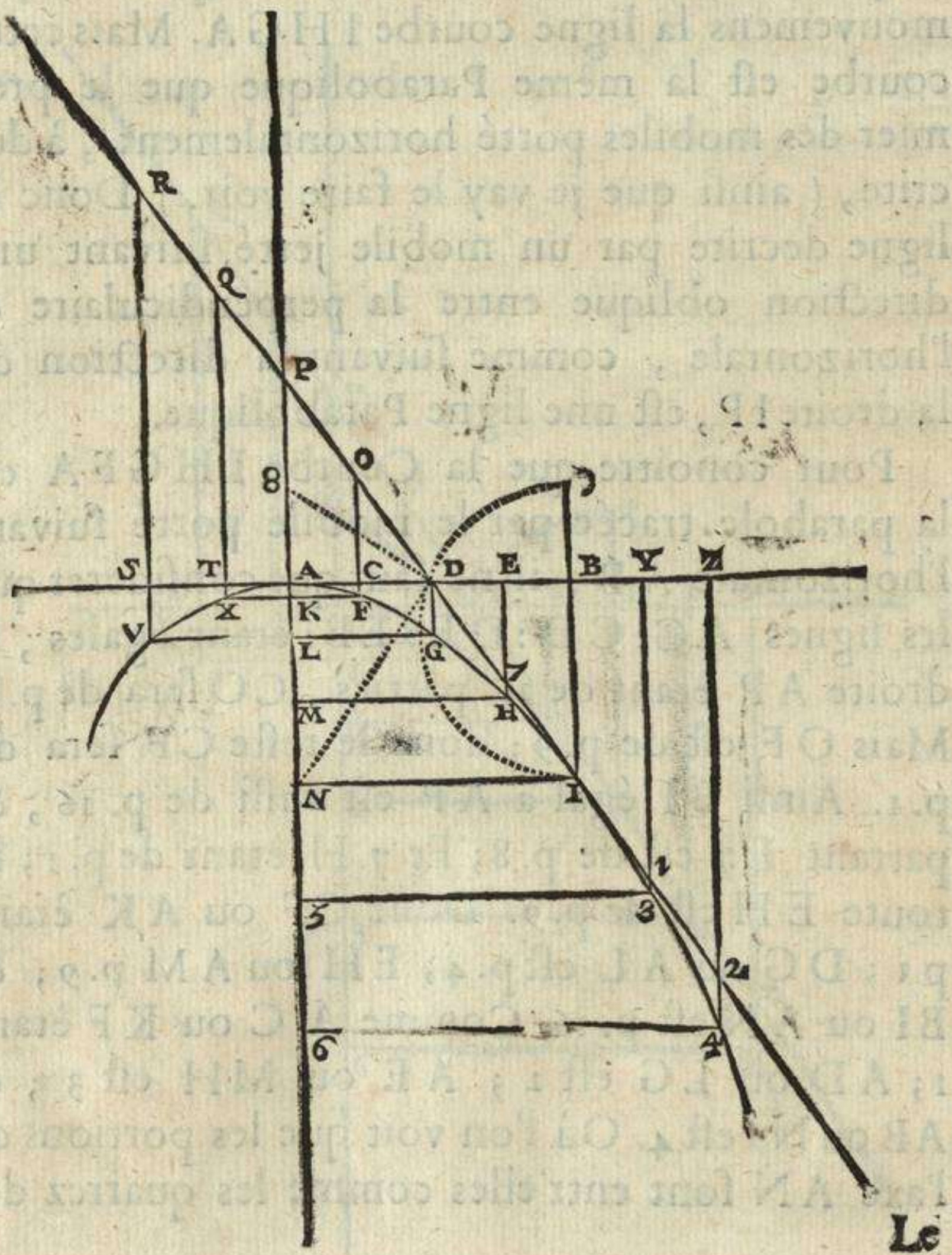
LIV. II. CHAP. VI. Les lignes des projections obliques ſont auſſi paraboliques.

Pour conoitre que la Courbe IHGFA eſt la parabole tracée par le mobile porté ſuivant l'horizontale AB; il ne faut que conſiderer que les lignes AC:CD:DE:EB: étant égales, la droite AP êtant de 16 parties, CO ſera de p. 8. Mais OF eſt de p. 9; donc le reſte CF ſera de p. 1. Ainſi BI égal à AP eſt auſſi de p. 16, & partant E7 eſt de p. 8; Et 7H êtant de p. 1; la toute EH eſt de p. 9. Donc CF ou AK êtant p 1; DG ou AL eſt p. 4; EH ou AM p. 9; & BI ou AN eſt p. 16. Comme AC ou KF êtant 1; AD ou LG eſt 2; AE ou MH eſt 3; & AB ou NI eſt 4. Où l'on voit que les portions de l'axe AN ſont entr'elles comme les quarrez des

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. VI. Les lignes des projections obliques ſont auſſi paraboliques.

ordonnées ; Et que la courbe parabolique IH GFA, decrite par le ſecond mobile ſuivant la direction oblique IP, eſt la même que la courbe parabolique AFGHI, decrite par le premier des mobiles ſuivant la direction horizontale AB. Ce qu'il falloit demontrer.



2009 Ministerio de Cultura

Le ſommet de l'une & de l'autre de ces paraboles étant en A, l'on pourra faire voir que la projection oblique ſuivant I P étant continuée, décrira la même parabole de l'autre part. Car prenant les eſpaces P Q : Q R égaux à P O : O D & menant les droites Q T X : R S V paralleles à l'axe A P; les portions A T, T S ſeront auſſi égales aux portions A C, C D; & la droite A P étant de p. 16, Q T ſera de p. 24, & R S de p. 32.

LIV. II. CHAP. VI. Les lignes des projections obliques ſont auſſi paraboliques.

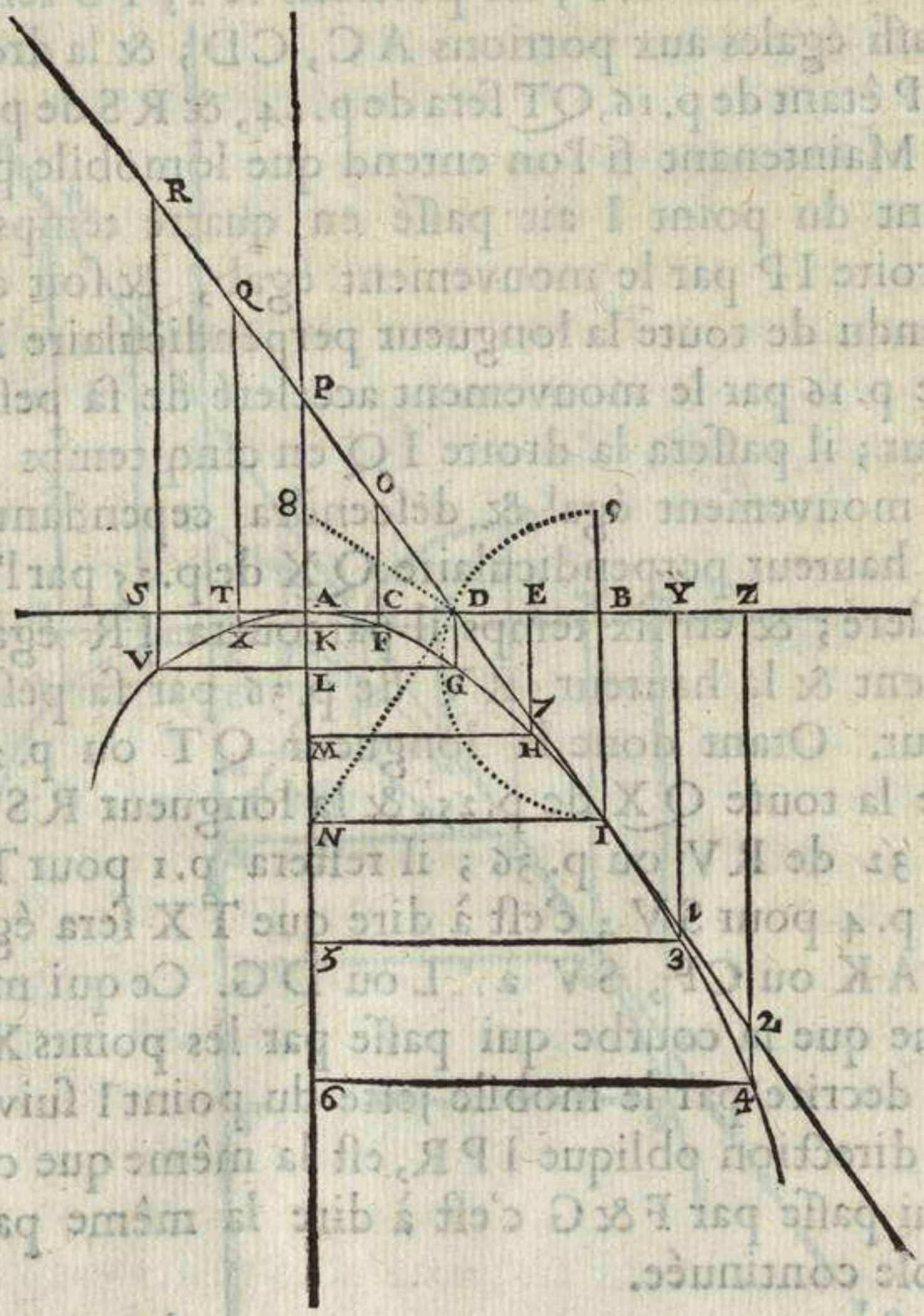
Maintenant ſi l'on entend que le mobile partant du point I ait paſſé en quatre temps la droite I P par le mouvement égal, & ſoit deſcendu de toute la longueur perpendiculaire P A de p. 16 par le mouvement acceleré de ſa peſanteur; il paſſera la droite I Q en cinq temps par le mouvement égal & deſcendra cependant de la hauteur perpendiculaire Q X de p. 25 par l'acceleré; & en ſix temps il parcourra I R également & la hauteur R V de p. 36 par ſa peſanteur. Otant donc la longueur Q T ou p. 24, de la toute Q X de p. 25, & la longueur R S ou p. 32 de R V ou p. 36; il reſtera p. 1 pour T X & p. 4 pour S V; c'eſt à dire que T X ſera égale à A K ou C F, S V à A L ou D G. Ce qui marque que la courbe qui paſſe par les points X & V decrite par le mobile jetté du point I ſuivant la direction oblique I P R, eſt la même que celle qui paſſe par F & G c'eſt à dire la même parabole continuée.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. VI. Les lignes des projections obliques sont aussi paraboliques.

Posons maintenant que le mobile partant du point I suivant la direction P I, est porté en bas vers I. 2 ; je dis que la ligne courbe I. 3. 4 qu'il decrira par son passage, est aussi la même parabolique A F G I continuée.

Car prenant dans la ligne P I continuée en



2009 Ministerio de Cultura

bas les eſpaces I. 1 , 1. 2 égaux à I 7, 7 D, & menant les droites 3. 1. Y : 4. 2. Z paralleles à I B c'eſt à dire à l'axe A N , qui couperont l'horizontale A B prolongée, & feront les portions B Y, Y Z égales aux portions B E, E D. Il eſt conſtant que le mobile pouſſé avec la même force en bas, parcourra d'un mouvement égal les eſpaces I. 1 , 1. 2 en même temps qu'il a parcouru en haut les eſpaces égaux I 7 , 7 D ; & que lors qu'il aura paſſé le premier eſpace I 1 par le mouvement égal , il ſera deſcendu par le mouvement accéré de ſa gravité , de la hauteur perpendiculaire 1. 3 égale à 7 H où A K de p. 1 , & qu'il deſcendra de la hauteur 2. 4 égale à D G ou A L de p. 4 par le mouvement de ſa peſanteur , quand il aura paſſé en deux temps les deux eſpaces I. 1, 1. 2 par le mouvement égal. Maintenant dans le triangle D 2 Z , la droite I B étant de p. 16 , Y 1 ſera de p. 24 ; & Z 2 de p. 32 ; Et partant la toute Y 3 ſera de p. 25 , & Z 4 de p. 36. C'eſt à dire que les points I : 3 : 4 : ſeront dans la parabole A F G H I continuée , puiſque la droite Z 4 c'eſt à dire la portion du diametre A 6 de p. 36 , eſt à la portion A K de p. 1 , comme le quarré de A Z ou de l'ordonnée 6. 4 , eſt au quarré de A C ou de l'ordonnée K F.

LIV. II. CHAP. VI. Les lignes des projections obliques ſont auſſi paraboliques.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. VII. Maniere de mesurer les differens degrez de la force imprimée au mobile jetté.

CHAPITRE VII.

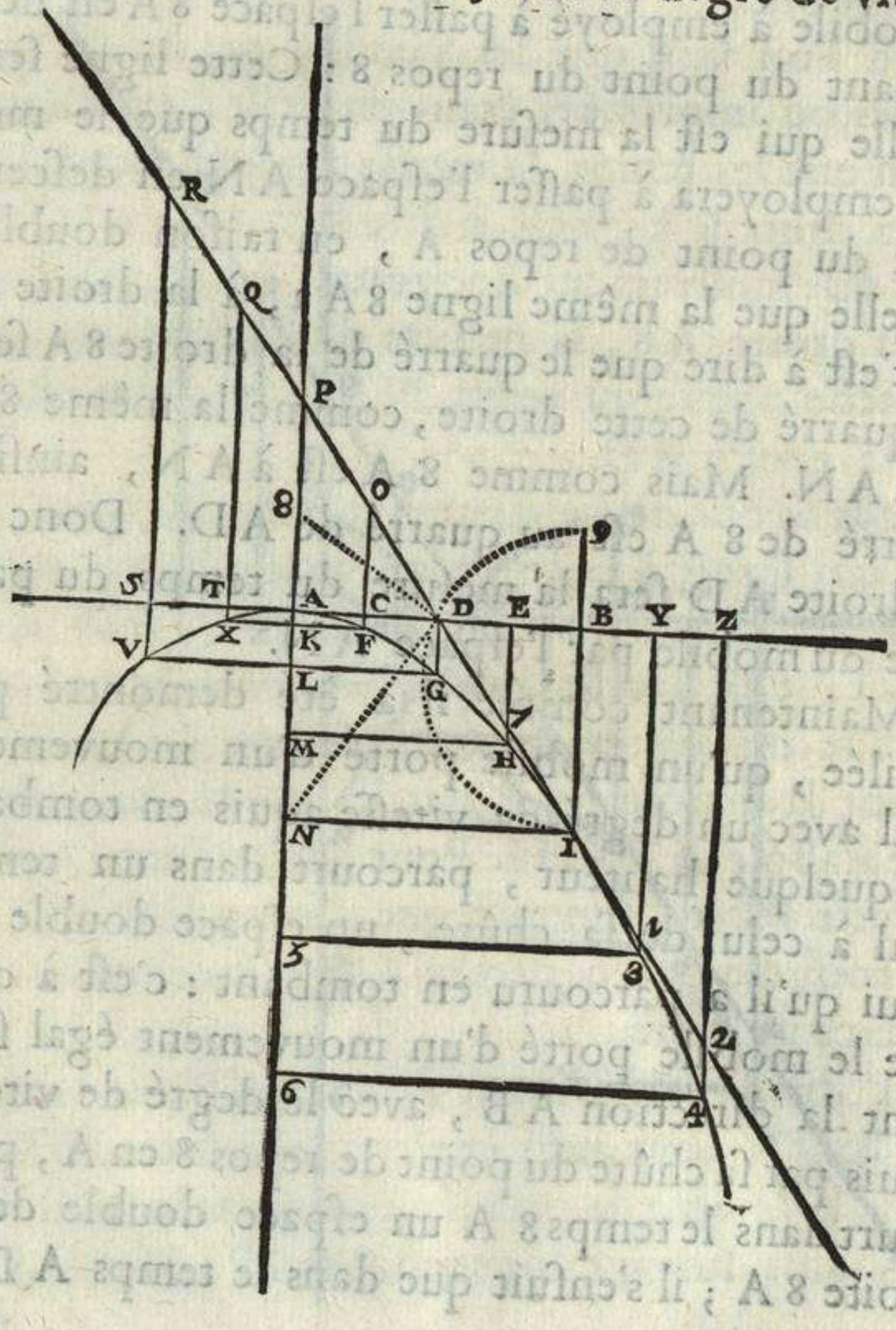
Maniere de mesurer les differents degrés de la force imprimée au mobile jetté.

IL paroît par tout ce raisonnement que les paraboles ont d'autant plus d'étenduë que la force ou la viteſſe imprimée au mobile porté ſuivant une direction horizontale, eſt plus grande. Et comme cette viteſſe peut être plus grande en une infinité de manieres differentes ; Galilée n'a point trouvé de moien plus aſſûré pour les reduire ſous des meſures conuës, qu'en ſuppoſant que le mobile a aquis cette force ou ce degré de viteſſe en tombant d'une certaine hauteur. Car puis qu'un mobile en tombant aquiert à chaque moment de ſa chûte un nouveau degré de viteſſe, il n'y a point de viteſſe ſi grande, à laquelle le mobile ne puiſſe arriver, ſuppoſé qu'il n'y ait point d'empêchement du dehors; Ainſi la difference des degrez de viteſſe peut-être commodement entenduë par la difference des hauteurs d'où l'on peut ſuppoſer que le mobile eſt tombé.

Pour bien entendre cecy, il faut dans la figure dont nous nous ſommes ſervis, mener les droites N D & D 8 enſorte que l'angle N D 8 ſoit droit, afin que A D ſoit moïenne Geometrique

2009 Ministerio de Cultura

entre A 8 & AN, & 8 D moïenne entre 8 A & 8 N. Ceci posé Galilée dit que si l'on entend que le mobile soit tombé perpendiculairement du point 8 en A, & que son mouvement soit ensuite converti en mouvement égal suivant la direction horizontale AB, avec le degré de viteſſe



2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. VII. Maniere de mesurer les differens degrez de la force imprimée au mobile jetté.

aquis par sa chûte ; il decrira par son passage la parabole AFGHI.

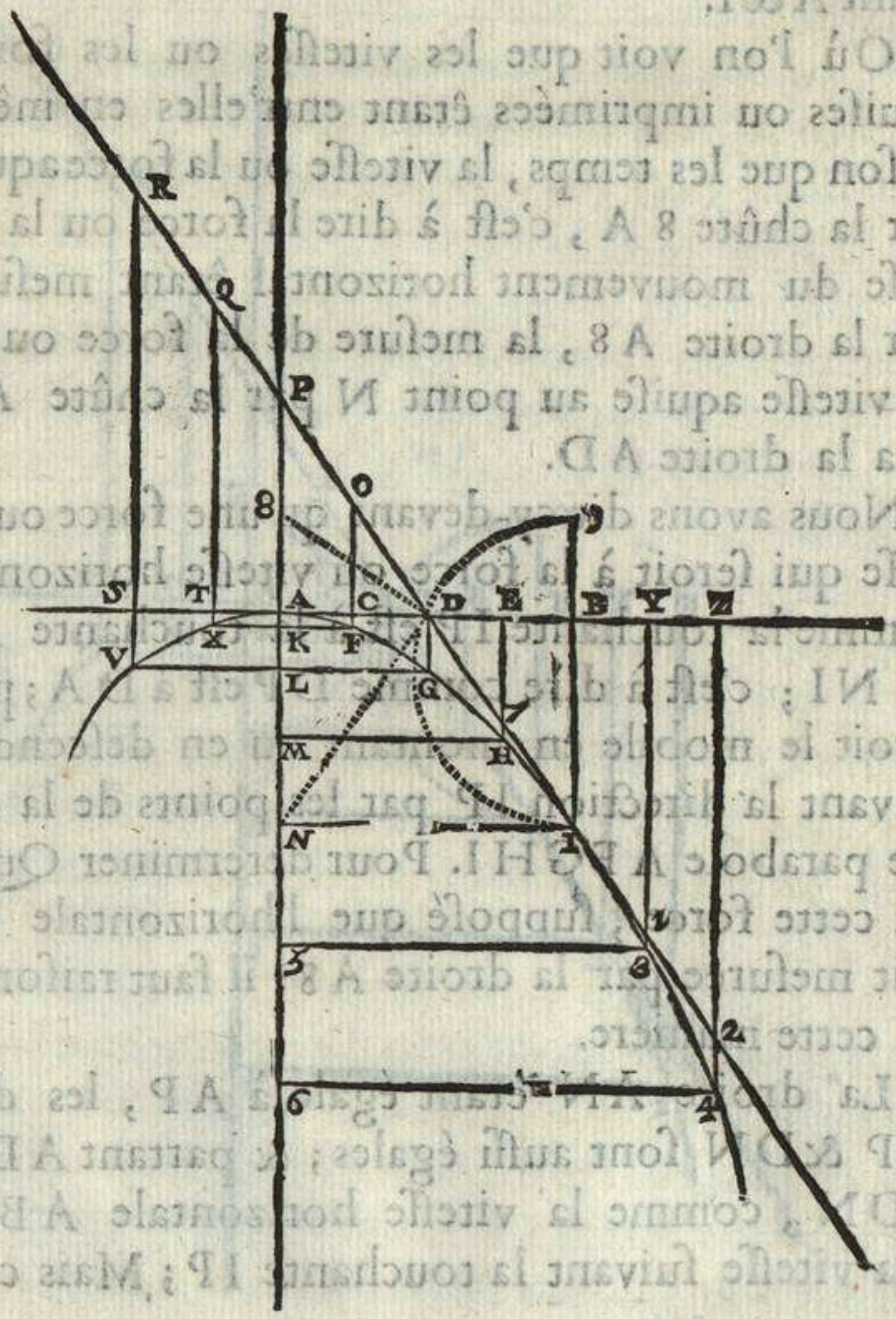
Car comme les espaces parcourus par un mobile tombant sont entr'eux en raison doublée de celle des temps de leur chûte ; Si nous prenons la droite 8A pour mesure du temps que le mobile à employé à passer l'espace 8A en descendant du point du repos 8 : Cette ligne sera à celle qui est la mesure du temps que le mobile employera à passer l'espace AN en descendant du point de repos A , en raison doublée de celle que la même ligne 8Aa, à la droite AN : c'est à dire que le quarré de la droite 8A sera au quarré de cette droite, comme la même 8A est à AN. Mais comme 8A est à AN, ainsi le quarré de 8A est au quarré de AD. ; Donc la la droite AD sera la mesure du temps du passage du mobile par l'espace AN.

Maintenant comme il a été demontré par Galilée , qu'un mobile porté d'un mouvement égal avec un degré de viteſſe aquis en tombant de quelque hauteur , parcourt dans un temps égal à celui de sa chûte , un espace double de celui qu'il a parcouru en tombant : c'est à dire que le mobile porté d'un mouvement égal suivant la direction AB , avec le degré de viteſſe aquis par sa chûte du point de repos 8 en A , parcourt dans le temps 8A un espace double de la droite 8A ; il s'ensuit que dans le temps AD il

2009 Ministerio de Cultura

parcourra avec la même viteſſe un eſpace double de la droite A D ; c'eſt à dire l'eſpace A B où N I. Mais nous venons de faire voir que le même mobile partant du point de repos A, paſſoit en deſcendant l'eſpace A N dans le même temps A D. Donc dans le temps qu'il par-

LIV. II. CHAP. VII. Maniere de meſurer les differens degrez de la force imprimée au mobile jetté.



2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. VII. Maniere de mesurer les differens degrez de la force imprimée au mobile jetté.

courra horizontalement la droite AB d'un mouvement égal, il descendra de toute la hauteur AN du mouvement acceleré ; Et par la composition de ces deux mouvemens il decrira la Parabole AFGHI ; car on ne sçauroit mener d'autre parabole que celle-la qui passe par les point A & I.

Où l'on voit que les vitesses ou les forces aquises ou imprimées étant entr'elles en même raison que les temps, la vitesse ou la force aquise par la chûte 8 A, c'est à dire la force ou la vitesse du mouvement horizontal étant mesurée par la droite A 8, la mesure de la force ou de la vitesse aquise au point N par la chûte AN sera la droite AD.

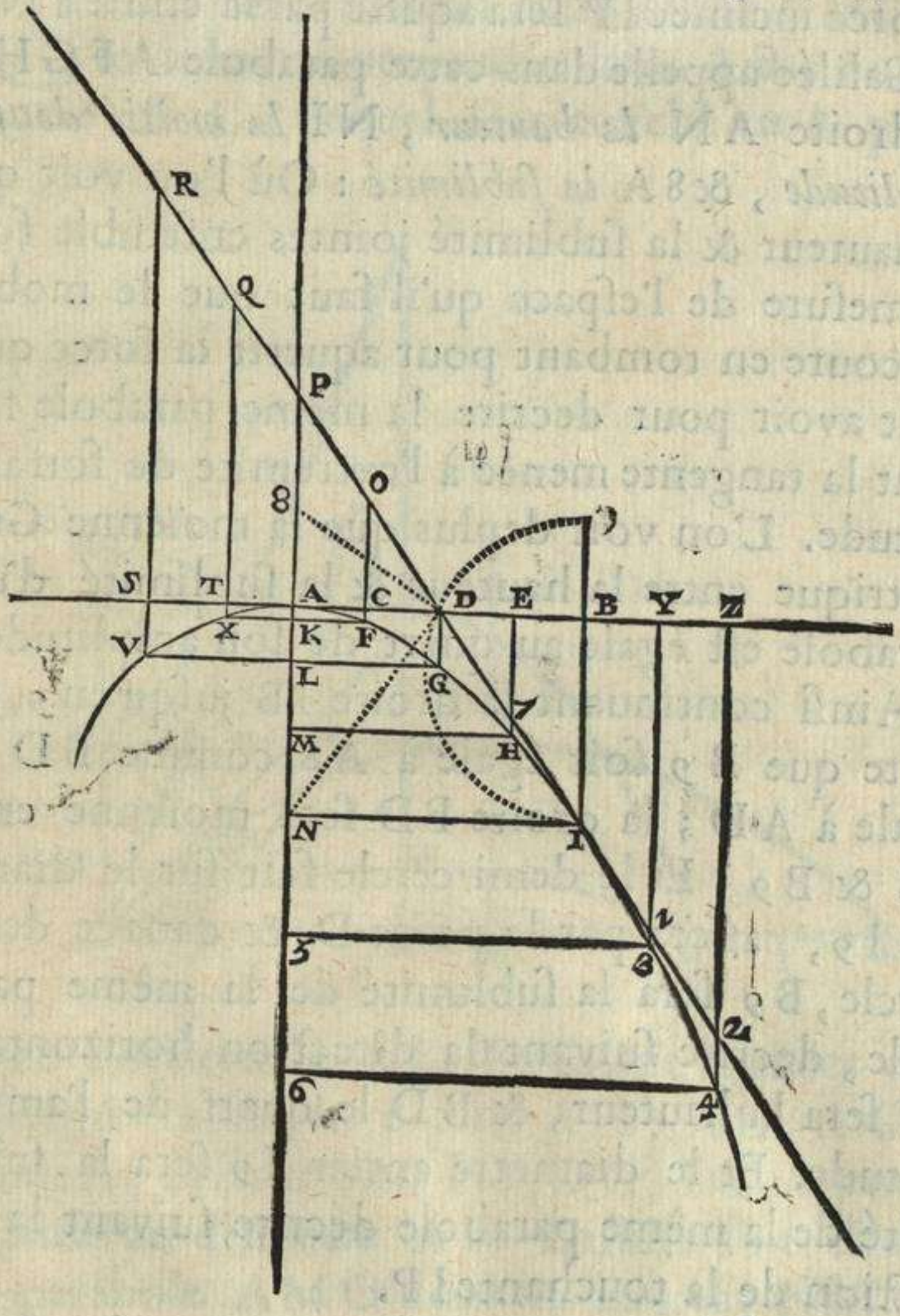
Nous avons dit cy-devant qu'une force ou vitesse qui seroit à la force ou vitesse horizontale comme la touchante IP est à la touchante AB ou NI ; c'est à dire comme DP est à DA ; porteroit le mobile en montant ou en descendant suivant la direction IP par les points de la même parabole AFGHI. Pour determiner Quelle est cette force, supposé que l'horizontale AB soit mesurée par la droite A 8 ? il faut raisonner en cette maniere.

La droite AN étant égale à AP, les deux DP & DN sont aussi égales ; & partant AD est à DN, comme la vitesse horizontale AB est à la vitesse suivant la touchante IP ; Mais comme

2009 Ministério de Cultura

me A D eſt à D N, ainſi A 8 eſt à 8 D; Donc A 8 eſt à 8 D, comme la force horizontale eſt à l'inclinée par I P. Maintenant poſant la droite A 8 pour meſure de l'eſpace que le mobile à parcouru en tombant pour acquerir la force horizontale A 8, elle ſera à l'eſpace qu'il faudra

LIV. II. CHAP. VII. Maniere de meſurer les differens degrez de la force imprimée au mobile jetté.



2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. VII. Maniere de mesurer les differens degrez de la force imprimée au mobile jetté.

qu'il parcoure pour aquerir la force inclinée 8 D, en raison doublée de la ligne A8 à 8D, c'est à dire comme A8 est à 8N; Et partant l'étenduë 8N sera celle de la chûte du mobile pour aquerir la force ou la viteſſe 8D. Donc la force horizontale AB ayant été aquise par la chûte 8A, la force inclinée IP sera aquise par la chûte 8N.

Galilée appelle dans cette parabole AFGHI, la droite AN *la hauteur*, NI *la moitié de son amplitude*, & 8A *la sublimité*: Où l'on voit que la hauteur & la sublimité jointes ensemble font la mesure de l'espace qu'il faut que le mobile parcoure en tombant pour aquerir la force qu'il doit avoir pour decrire la même parabole suivant la tangente menée à l'extremité de son amplitude. L'on voit deplus que la moïenne Geometrique entre la hauteur & la sublimité d'une parabole est égale au quart de son amplitude.

Ainsi continuant la droite IB jusqu'en 9, ensorte que B9 soit égale à A8 comme BD est égale à AD; la droite BD sera moïenne entre IB & B9; Et le demi cercle fait sur le diametre I9, passera par le point D; & dans ce demicercle, B9 sera la sublimité de la même parabole, decrite suivant la direction horizontale, BI sera la hauteur, & BD le quart de l'amplitude. Et le diametre entier I9 sera la sublimité de la même parabole décrite suivant la direction de la touchante IP.

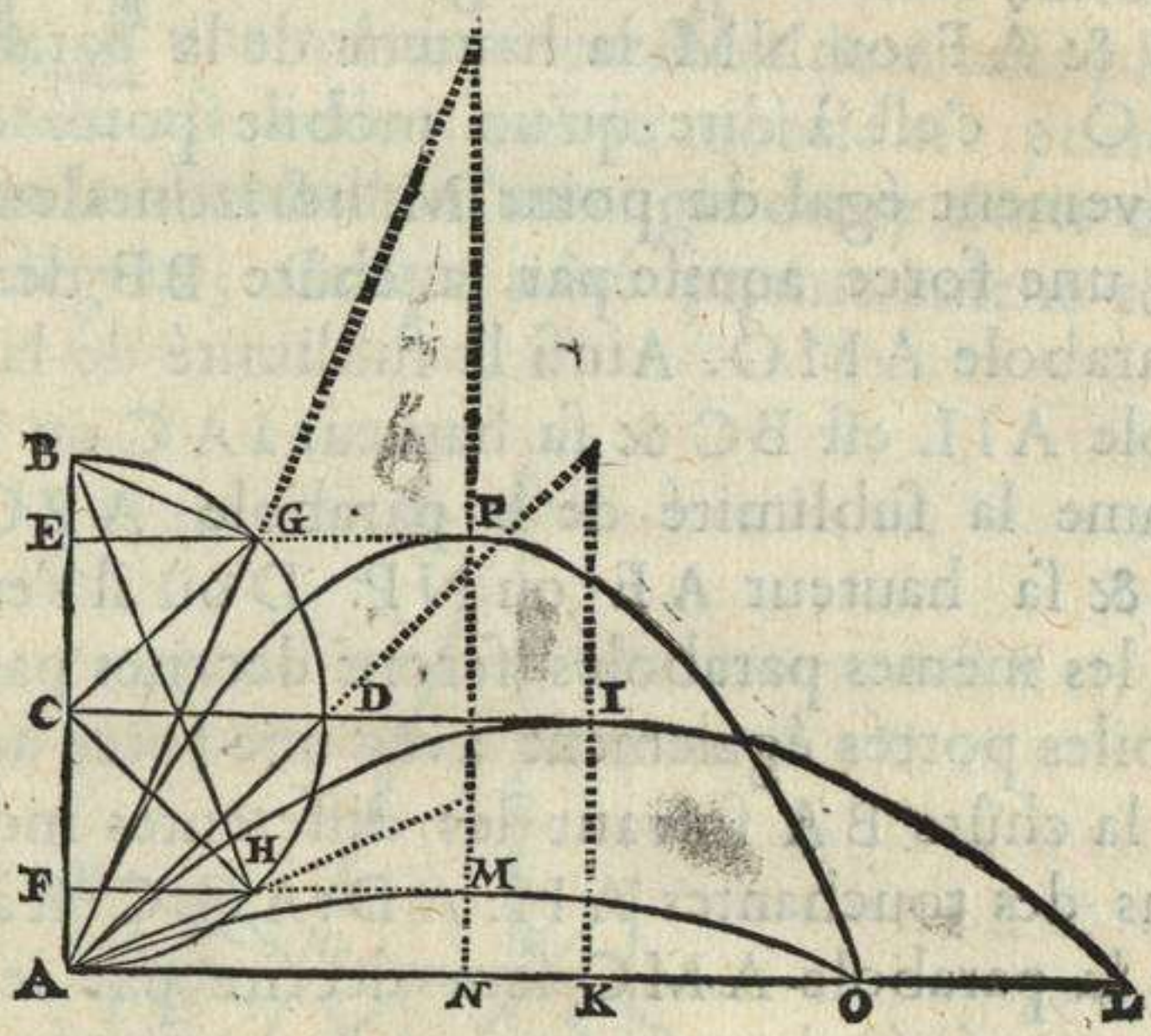
2009 Ministerio de Cultura

Liv. II. Chap. VIII. Proportion des amplitudes des Paraboles & des Sinus du double des angles de leurs touchantes.

CHAPITRE VIII.

Proportion des amplitudes des paraboles & des ſinus du double des angles de leurs touchantes.

CECI poſé : ſoit un demi cercle ADB, ſur le diametre perpendiculaire AB, dont le centre eſt C ; lequel ſoit touché en A par la



ligne horizontale AL. Et ſoient menées dans le demi-cercle les droites AH : AD : AG du point A ; & les droites HF, DC, EG perpendiculaires au diametre AB. Enſuite ſoit decrite la parabole AMO dont la hauteur NM ſoit

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. VIII. Proportion des amplitudes des Paraboles & des Sinus du double des angles de leurs touchantes.

égale à la droite AF & l'amplitude AO ſoit, quadruple de la droite FH ; la parabole AIL, dont la hauteur KI ſoit égale à AC, & l'amplitude AL quadruple de la droite DC ; & enfin la parabole APO, dont la hauteur NP ſoit égale à AE, & l'amplitude AO quadruple de la droite EG. Puis ſoient menées dans le demi-cercle les lignes HC : HB : & GC : GB.

Il eſt manifeſte parce que nous avons demontré ey-devant que la ligne BE eſt la ſublimité & AF ou NM la hauteur de la parabole AMO ; c'eſt à dire qu'un mobile porté d'un mouvement égal du point M horizontalement avec une force aquiſe par la chûte BF decrira la parabole AMO. Ainſi la ſublimité de la parabole AIL eſt BC & ſa hauteur à AC ou KI ; comme la ſublimité de la parabole APO eſt BE & ſa hauteur AE ou NP. D'où il s'enſuit que les mêmes paraboles ſeront decrites par des mobiles portés également avec une force aquiſe par la chûte BA ſuivant les differentes inclinations des touchantes AH : AD : AG. C'eſt à dire que la parabole AMO ſera decrite par le mobile porté également ſuivant la touchante AH avec la viteſſe qu'il aura aquiſe en tombant du point B en A. Et la parabole AIL ſera decrite par le mobile porté également ſuivant la touchante AD avec la même viteſſe BA. Et enfin la parabole APO par le mobile ſuivant la tou-

2009 Ministerio de Cultura

chante AG, avec la même force ou viteſſe BA.

Et comme les amplitudes de chacune des paraboles ſont quadruples des droites FH : CD : EG :, il s'enſuit

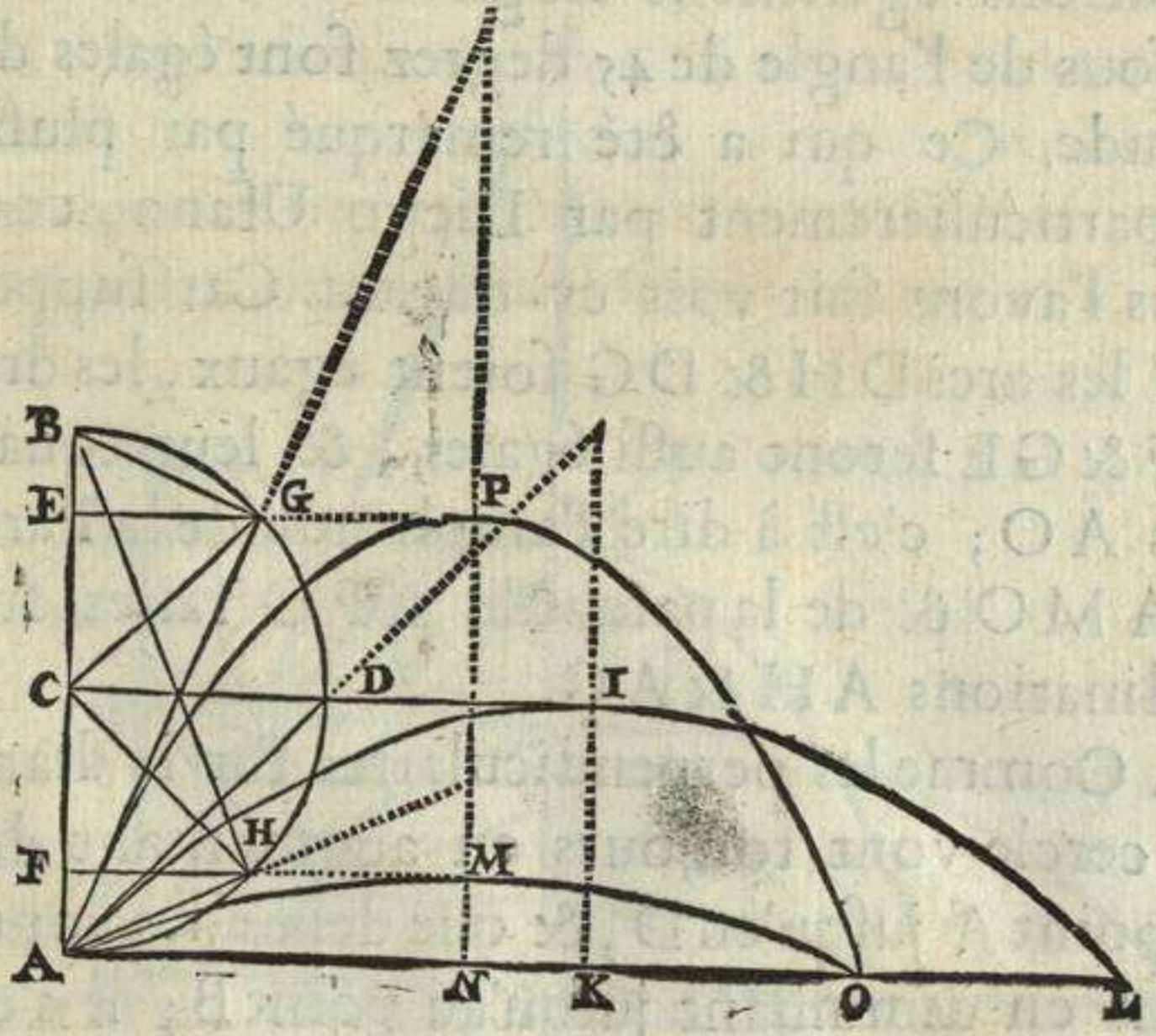
LIV. II. CHAP. VIII. Proportion des amplitudes des Paraboles & des ſinus du double des angles de leurs touchantes.

CHAPITRE IX.

Suites de cette Proportion.

1. QUE de toutes les paraboles faites avec une même impreſſion de viteſſe, la plus grande eſt celle dont le mobile eſt porté ſuivant la direction d'un angle demy droit ou de 45 degrez ; Ce qui a été premierement remar-

CHAP. IX. Suites de cette proportion.



2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. IX. Suites de cette proportion.

qué par Tartaglia, ainsi que nous l'avons dit cy-devant. Car si nous supposons que l'angle L A D, qui est l'inclination suivant laquelle la parabole A I L a été faite, est de 45 degrez ; la ligne D G perpendiculaire au diametre A B, sera égale au demi diametre du même Cercle A D B ; Et par consequent elle sera plus grande qu'aucune autre perpendiculaire au même diametre comme H F ou G E ; d'où il arrive que le quadruple de C D, c'est à dire l'amplitude A L de la Parabole A I L, sera plus grande que le quadruple d'aucune autre perpendiculaire comme F H ou G E, c'est à dire que l'amplitude d'aucune autre Parabole comme A M O ou A P O.

2. Que les Paraboles decrites suivant des inclinations également élognées au dessus ou au dessous de l'angle de 45 degrez sont égales d'amplitude. Ce qui a êté remarqué par plusieurs & particulierement par Diego Ufano, comme nous l'avons fait voir cy-devant. Car supposant que les arcs D H & D G soient égaux, les droites H F & G E seront aussi égales, & leurs quadruples A O ; c'est à dire l'amplitude de la Parabole A M O & de la parabole A P O faites sur les inclinations A H & A G.

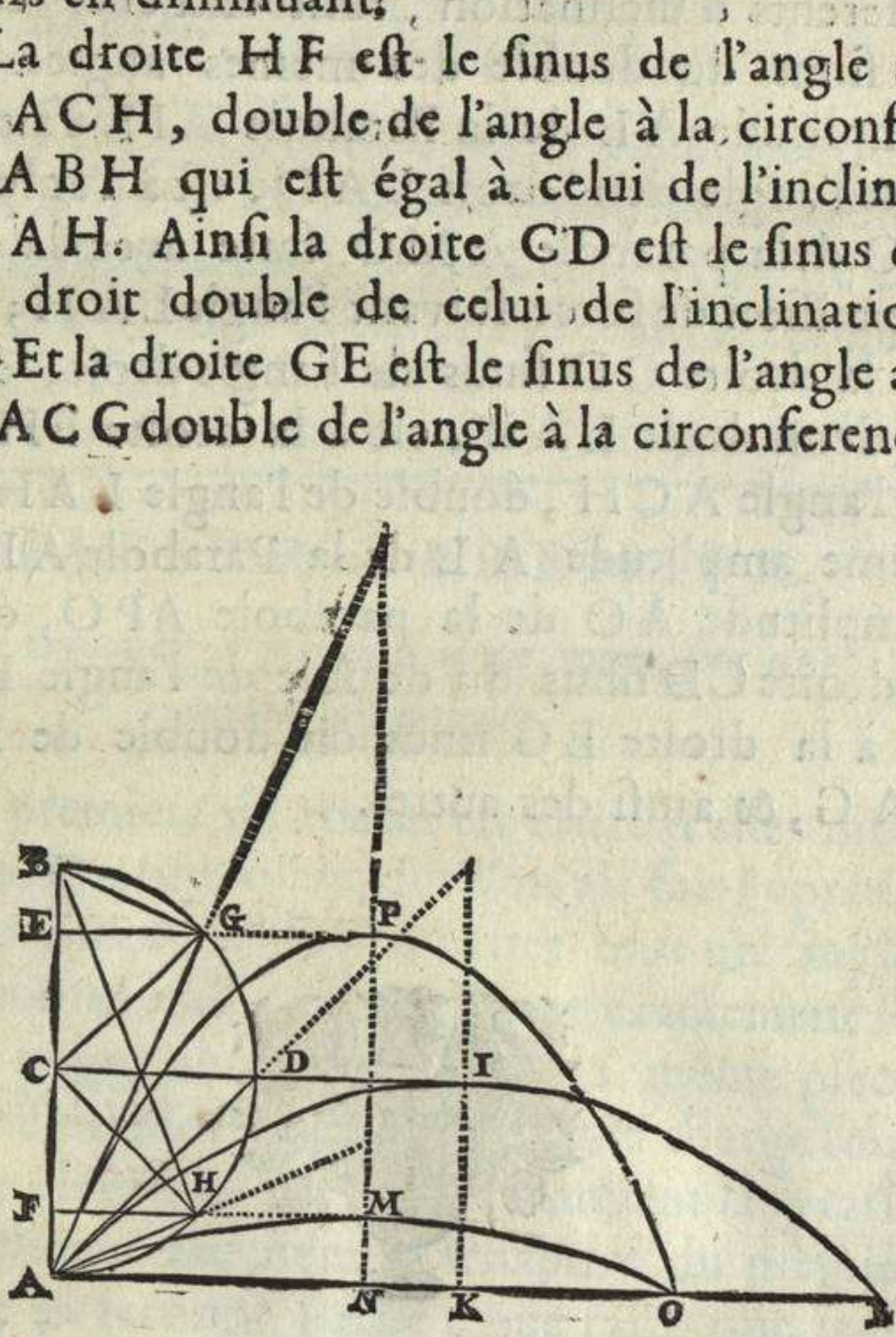
3. Comme les perpendiculaires sur le diametre du cercle vont toûjours en augmentant depuis le point A jusqu'en D, & que dela elles vont toujours en diminuant jusqu'au point B ; il s'ensuit

2009 Ministerio de Cultura

que les Paraboles produites par les mobiles portés d'une même viteſſe ſuivant les inclinations depuis l'horizontale A L juſqu'à celle de l'angle demi droit A D, vont toujours en augmentant d'amplitude ; comme au contraire celles qui ſe font ſuivant les inclinations depuis l'angle demi droit A C, juſqu'à la perpendiculaire A B vont toûjours en diminuant.

LIV. II. CHAP. IX. Suites de cette proportion.

4. La droite H F eſt le ſinus de l'angle au centre A C H, double de l'angle à la circonference A B H qui eſt égal à celui de l'inclination L A H. Ainſi la droite C D eſt le ſinus de l'angle droit double de celui de l'inclination L A D. Et la droite G E eſt le ſinus de l'angle au centre A C G double de l'angle à la circonference



2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. IX. *Suites de cette proportion.*

ABG qui eſt égal à celui de l'inclination LAG. Et comme les amplitudes AO, AL, des Paraboles AMO, APO, AIL, ſont entr'elles comme les lignes FH, CD EG dont elles ſont quadruples ; il s'enſuit que les amplitudes des Paraboles faites par un mobile porté d'une égale impreſſion de viteſſe, ſuivant des angles differents d'inclination, ſont entr'elles comme les ſinus du double des mêmes angles. Ainſi l'amplitude AL de la Parabole AIL faite ſuivant l'angle demi droit LAD, eſt à l'amplitude AO dela parabole AMO faite avec la même impreſſion de force ſuivant l'angle LAH ; comme la droite CD ſinus de l'angle droit, double du demi droit LAB, eſt à la droite FH ſinus de l'angle ACH, double de l'angle LAH. Et la même amplitude AL de la Parabole AIL eſt à l'amplitude AO de la parabole APO, comme la droite CD ſinus du double de l'angle LAD, eſt à la droite EG ſinus du double de l'angle LAG, & ainſi des autres.

2009 Ministerio de Cultura

LIVRE TROISIE'ME.

Liv. III.

Demonſtration des pratiques de l'Art de jetter les Bombes. Et premierement pour les jets dont l'étenduë eſt au niveau des Batteries, & par le moïen des ſinus.

CETTE propoſition eſt le fondement de la plûpart des Pratiques que nous avons expliquées dans la deuxiéme partie de ce Livre, & que nous allons maintenant examiner l'une aprés l'autre.

ARCHIVO FACULTATIVO

CHAPITRE PREMIER.

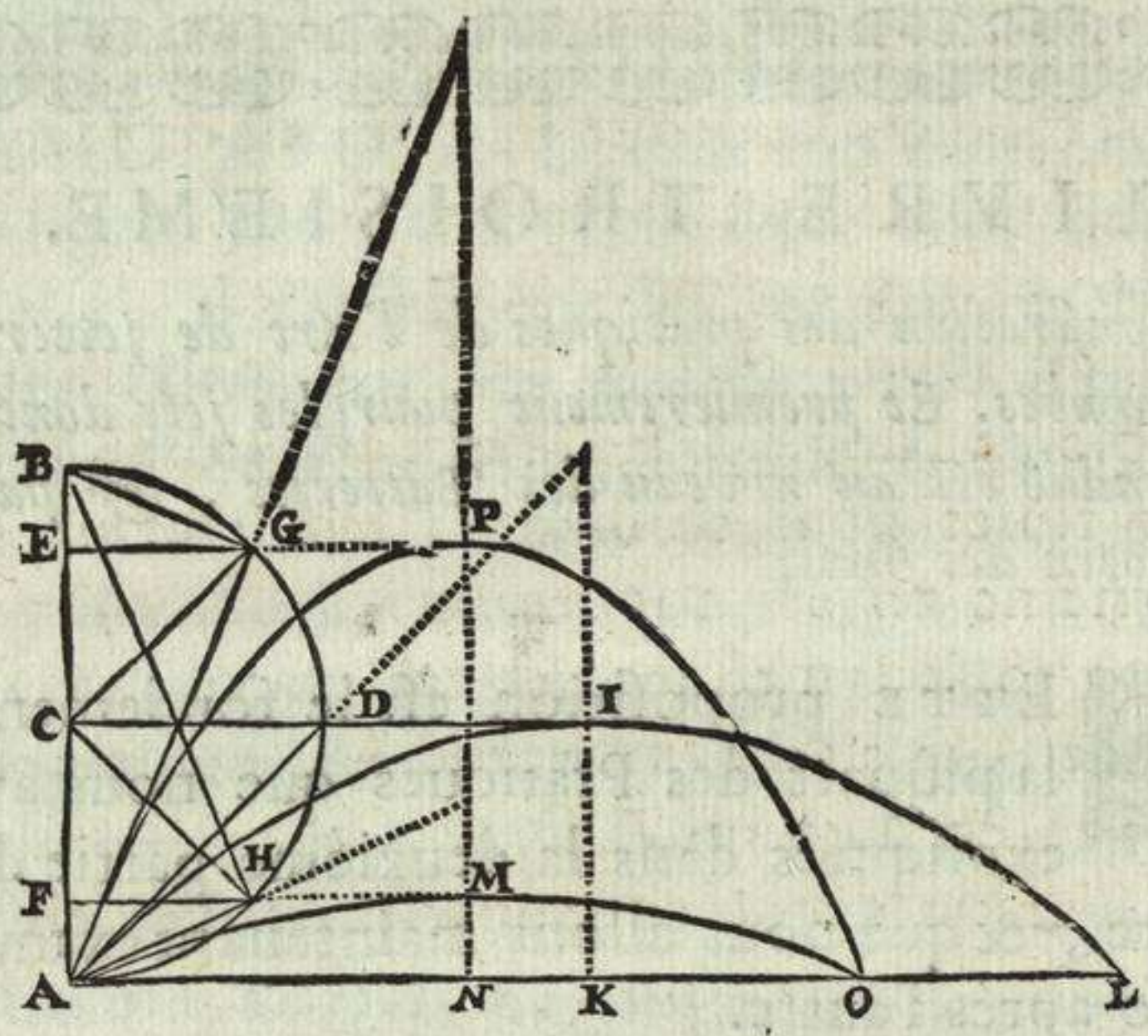
Pour trouver l'étenduë d'un coup ſur une élevation donnée.

CHAP. I. Pour trouver l'étenduë d'un coup ſur une élevation donnée.

LA premiere de toutes eſt claire d'elle-même : Car ſuppoſant que l'on ait fait l'épreuve d'une piece ou d'un mortier ſous un angle d'élevation conuë, & conoiſſant exactement ſa portée ; pour conoître celle de la même piece ou du même mortier avec la même charge ſous un autre élevation ; Il ne faut, ſuivant la pratique expliquée au premier Chapirre du premier Livre de la ſeconde Partie, que faire une regle

2009 Ministerio de Cultura

LIV. III.
CHAP. I.
Pour trouver l'étenduë d'un coup ſur une élevation donnée.



de Trois dont le premier terme ſoit le ſinus du double de l'angle de l'élevation ſur laquelle on a fait l'épreuve, le ſecond ſoit le ſinus du double de l'angle de l'élevation propoſée, & le troiſiéme ſoit la portée conuë par l'épreuve ; Et par la regle, le quatriéme proportionel ſera l'étenduë de la portée que l'on demande. Comme ſi l'épreuve ayant été faite ſous l'angle de l'inclination L A H de 30 degrez vous avez 1000 toiſes ou 1000 autres meſures pour la portée de vôtre piece, c'eſt à dire pour l'amplitude A O de la parabole A M O ; Pour ſçavoir quelle ſera la portée de la même piece élevée à l'angle L A D de 45 degrez, c'eſt à dire pour conoître l'amplitude A L de la parabole A I L ; Il ne faut que

2009 Ministerio de Cultura

prendre pour premier terme le ſinus du double de l'angle LAH c'eſt à dire le ſinus de l'angle ACH ou la droite FH qui eſt de 8660 parties, ſuppoſé que le ſinus total ſoit CD de 10000 parties ; pour ſecond terme la droite CD de 10000 parties c'eſt à dire le ſinus du double de l'angle LAD ; Et l'amplitude AO de 1000 toiſes pour troiſiéme ; afin d'avoir pour quatriéme terme proportionel l'amplitude AL de 1155 to. ou meſures ; Et cela parce que l'amplitude AO eſt à l'amplitude AL comme le ſinus HF eſt au ſinus CD.

LIV. III. CHAP. I. Pour trouver l'étenduë d'un coup ſur une élevation donnée.

Si l'angle de l'inclination propoſée eſt plus grand que le demi droit, il ne faut pas le doubler pour avoir le ſinus, mais il faut prendre le ſinus du double de ſon complement à l'angle droit. Comme ſi l'on a propoſé l'élevation de la piece ou du mortier à l'angle LAG de 50 degrez : il faut prendre EG ſinus de 80 degrez double de 40 deg. complement à l'angle droit du propoſé de 50 degrez.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. II. Pour trouver l'angle de l'élevation pour une étendue donnée.

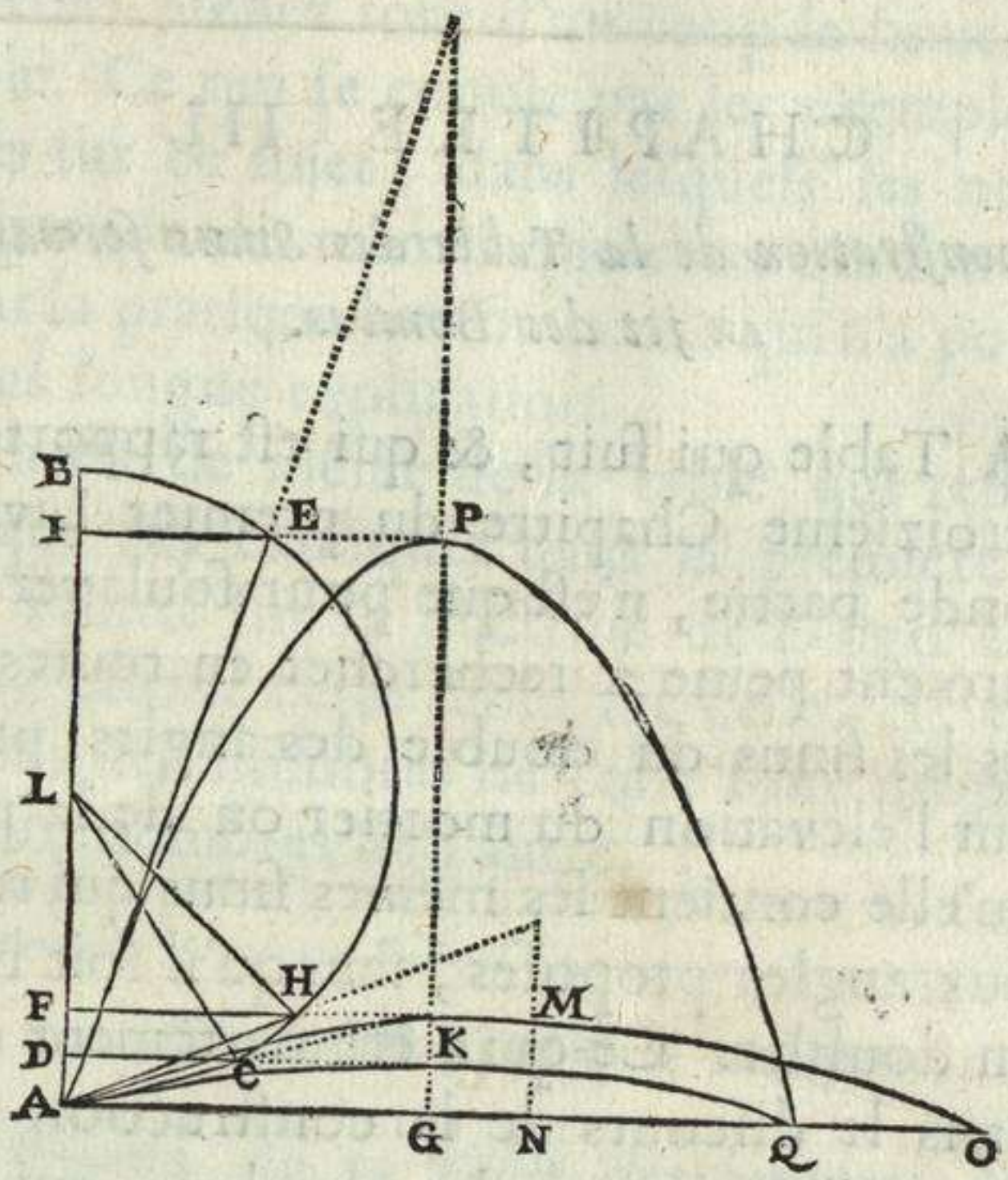
CHAPITRE II.

Pour trouver l'angle de l'élevation pour une étenduë donnée.

SI l'on propoſe une étenduë qui ne ſoit pas plus grande que celle de la piece élevée à 45 deg. ; il faut, comme il a été dit au ſecond Chapitre du premier livre de la ſeconde partie, prendre pour premier terme de la regle de Trois l'étenduë de la portée conuë par l'épreve, pour ſecond terme l'êtenduë que l'on demande, & pour troiſiême le ſinus du double de l'angle de l'inclination ſur laquelle l'êpreuve a été faite ; afin d'avoir pour quatriéme proportionel le ſinus du double de l'angle qu'il faudra donner à la piece. Ainſi pour avoir la portée, c'eſt à dire l'amplitude A Q de 800 meſures ; il faut prendre pour premier terme l'amplitude A O de la parabole A M O de 1000 meſures faite ſuivant l'angle O A H de 30 degrez, pour ſecond terme l'amplitude A Q de 800 meſures que l'on demande ; la droite F H ſinus du double de l'angle O A H de 8660 parties pour troiſiéme terme ; afin d'avoir pour quatriéme proportionel, la droite C D de 6928 parties ſinus de l'angle A L C de 43. 52′ double de ce-que l'on demande Q A C de 21. 56′, ou de ſon

2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. II. Pour trouver l'angle de l'élevation pour une étendue donnée.



complement à l'angle droit Q A E de 68 4'. Car la piece ou le mortier élevé en l'un ou en l'autre de ces deux angles donnera la même amplitude proposée A Q des Paraboles A K Q ou A P Q. Et par tout l'on voit que ces amplitudes A O & A Q sont entr'elles comme les droites F H & D C.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. III. Demonſtration de la Table des Sinus ſervans au jet des Bombes.

CHAPITRE III.

Demonſtration de la Table des Sinus ſervants au jet des Bombes.

LA Table qui ſuit, & qui eſt rapportée au troiziéme Chapitre du premier Livre de la ſeconde partie, n'eſt que pour ſoulager ceux qui auroient peine à rechercher en toutes rencontres les ſinus du double des angles propoſés pour l'élevation du mortier ou de la piece; puis qu'elle contient les mêmes ſinus qui repondent aux angles propoſés, ſans qu'il ſoit beſoin de rien doubler. Ce qui a êté nettement expliqué dans le diſcours de la conſtruction de la table, ou j'ay dit que les nombres qui y repondent à chaque degré êtoient ceux qui ſe trouvent dans la table ordinaire des ſinus au droit des angles doubles de ceux-ci; & que le nombre par exemple de 349 repondant au premier degré dans cette Table, étoit celui qui repondoit à 2 degrez dans celle des ſinus; Et le nombre 698 repondant dans celle-ci à 2 deg., êtoit le ſinus de 4 degrez; Ainſi le nombre 6428 repondant à 20 degrez eſt le ſinus de 40 degrez, & ainſi des autres.

Ce qui fait que propoſant un angle & prenant le nombre qui lui repond dans cette ta-

2009 Ministerio de Cultura

ble, vous prenez tout d'un coup le ſinus de ſon double. Ce qui ſe conoît par les exemples rapportés ſur ce ſujet, dans leſquels les nombres ſont par tout les mêmes que ceux qui ſont trouvés par la pratique des ſinus. Ce qui n'a point beſoin de plus longue explication.

LIV. III. CHAP. III. Demonſtratioe de la Table des ſinus ſervans au jet des Bombes.

Il en eſt de même de la table qui repond à celle que j'ay expliquée dans la premiere partie de ce Traitté ſur la doctrine de Diego Ufano; car j'ay calculé cette table ſur celle-ci, enſorte que tous les nombres de l'une ſont proportionels aux nombres de l'autre.

CHAPITRE IV.

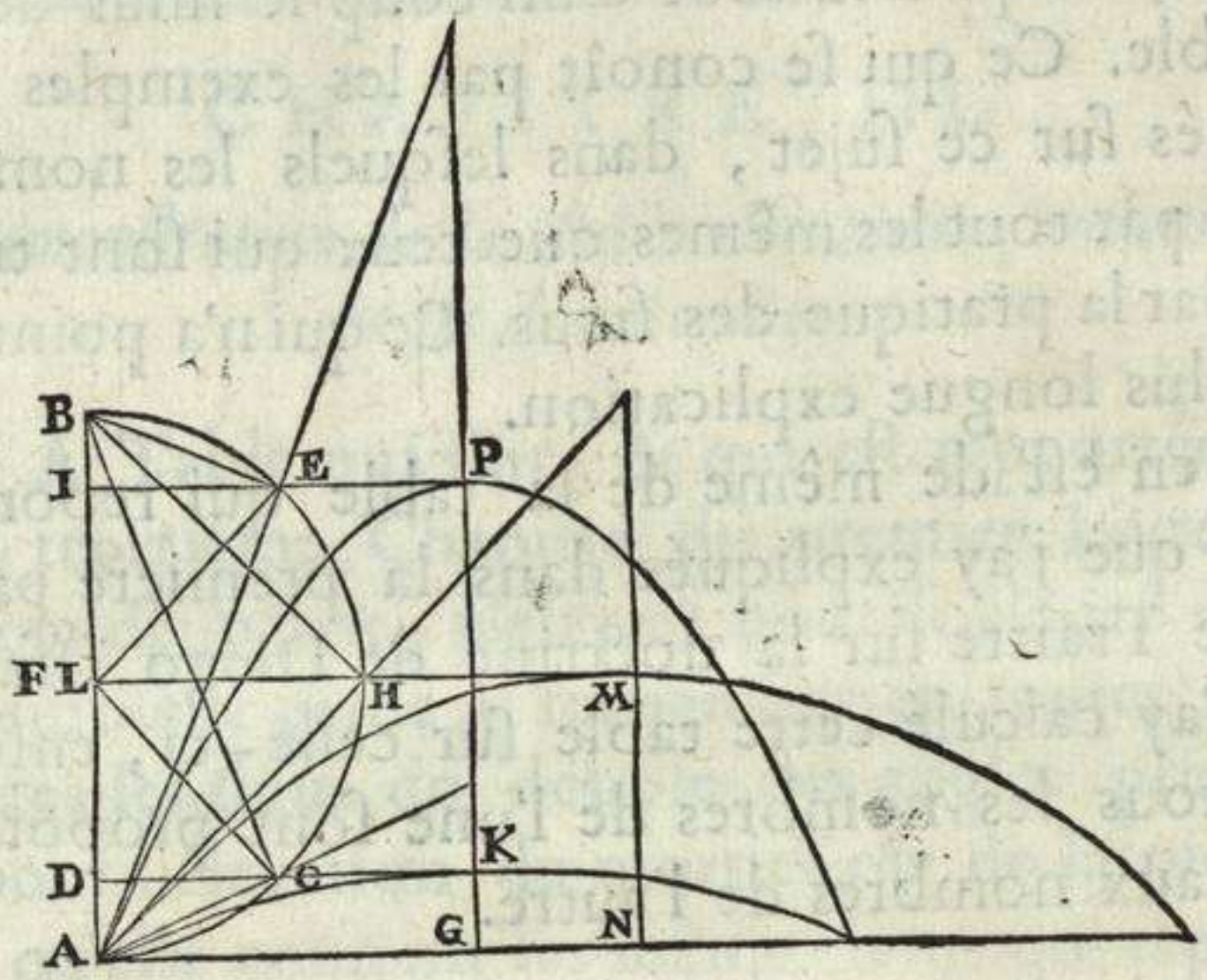
Demonſtration de la Table des hauteurs des jets pouſſez d'une même force.

CHAP. IV. Demonſtration de la Table des hauteurs des jets pouſſés d'une même force.

IL n'eſt pas plus malaiſé de demontrer la Conſtruction & l'uſage de la Table que nous avons rapportée au ſixiéme Chapitre du premier Livre de la ſeconde partie ſous le nom de *Table des hauteurs des jets pouſſez d'une même force dont la plus grande portée eſt* 10000; & dont les nombres ſont, ainſi que nous avons dit, chacun égal au quart des ſinus verſes du double des angles de l'inclination du mortier. Car ſi dans cette figure, nous conſiderons que la hauteur NM de la demiparabole AM, faite ſous

2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. IV. Demonſtration de la Table des hauteurs des jets pouſſés d'une même force.



l'angle de l'inclination N A H & avec la force aquiſe par la chûte depuis le point B, eſt égale à la droite A F, qui dans le demi-cercle fait ſur le diametre A B eſt le ſinus verſe l'angle au centre A L H double de l'angle à la circonference A B H égal à celui de l'inclination N A H : Que la hauteur G K de la demi-parabole A K faite ſous l'inclination G A C avec la même force aquiſe par la chûte du point B, eſt égale à la droite A D qui dans le même demi-cercle eſt le ſinus verſe de l'angle A L C double de celui de l'inclination G A C : Et qu'enfin la hauteur G P de demi-parabole A P faite ſous l'inclination G A E avec la même force, eſt égale à la droite A I

ſinus

2009 Ministerio de Cultura

sinus verse de l'angle au centre A L E double de celui de l'inclination G A E, & ainsi des autres. Nous pouvons dire que *les hauteurs des jets pousſez de même force ſont entr'elles comme les ſinus verſes du double des angles de leur inclination* ; Et comme nous avons ſuppoſé que la plus grande portée eſtoit 10000, il s'enſuit que la plus grande hauteur A B moitié de la même portée n'eſt que de 5000; Et partant A L rayon ou ſinus total de cette Table ſeulement de 2500, c'eſt à dire le quart de 10000 que l'on donne au même rayon dans la Table ordinaire des ſinus. Ce qui fait que nous avons eu raiſon de dire que tous les nombres de la Table des hauteurs ſont chacun le quart de ceux des ſinus verſes du double des angles de l'inclination du mortier.

LIV. III. CHAP. IV. Demonſtration de la Table des hauteurs des jets pouſſez d'une même force.

CHAPITRE V.

Demonſtration de la Table des hauteurs & ſublimitez des jets de même étenduë, & de celle de la force qu'il faut donner aux jets de même étenduë en toutes ſortes d'élevation.

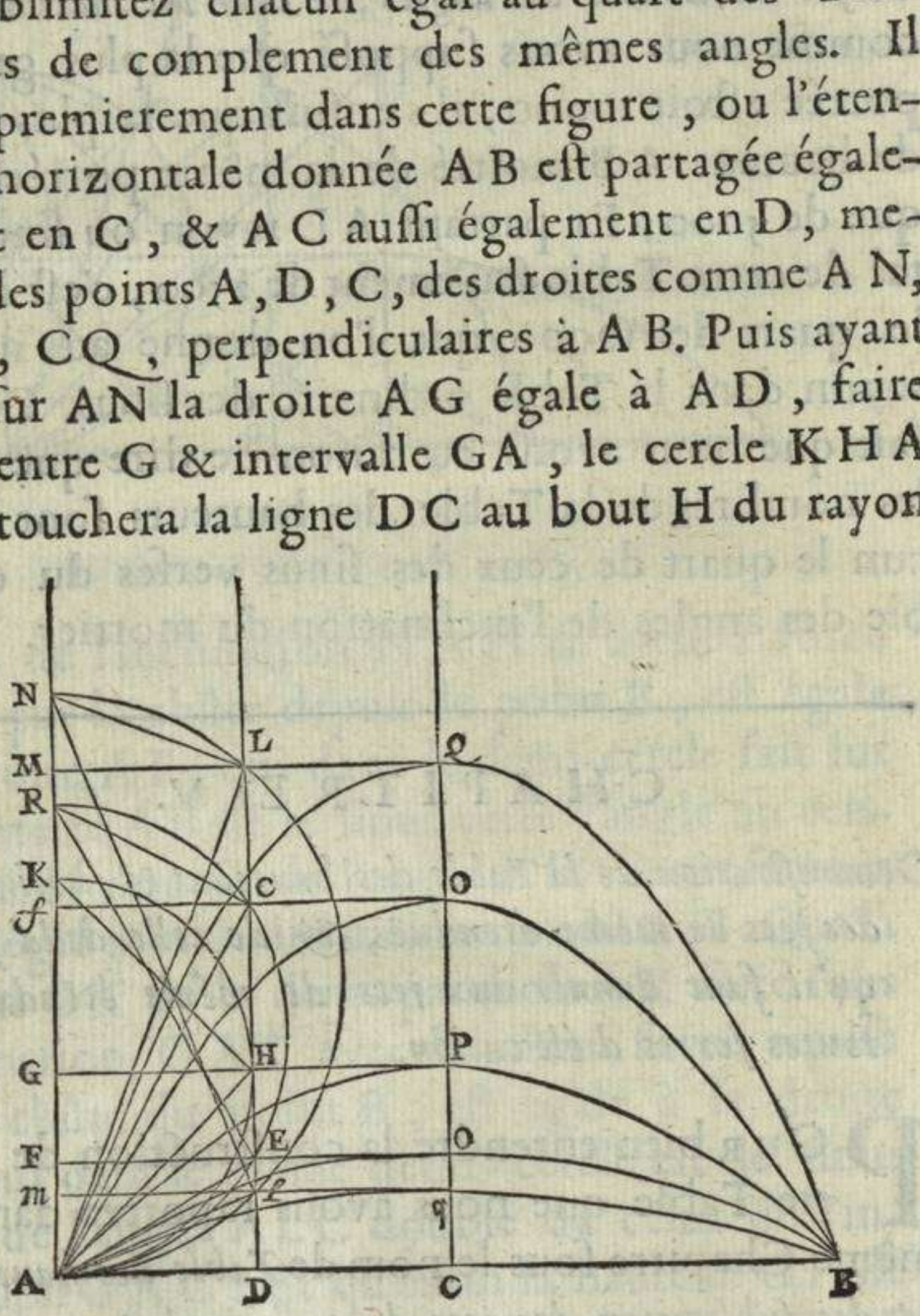
CHAP V. Demonſtration de la Table des hauteurs & ſublimitez des jets de même étendue, & de celle de la force qu'il faut donner aux jets de même étenduë en toutes ſortes d'élevation.

POUR bien entendre la conſtruction de l'autre Table que nous avons raportée dans le même Chapitre ſous le nom de *Table des hauteurs & des ſublimitez des jets dont l'étenduë en toutes ſortes d'élevation eſt toujours la même, poſée de*

2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. V. Demonstration de la Table des hauteurs & sublimitez des jets de même étendue, & de celle de la force qu'il faut donner aux jets de même étendue en toutes sortes d'élevation.

10000 *parties*; & dont les nombres sont, ainsi que nous avons dit, pour les hauteurs chacun égal au quart des Tangentes des angles d'élevation marquées dans la Table ordinaire des sinus, & pour les sublimitez chacun égal au quart des Tangentes de complement des mêmes angles. Il faut premierement dans cette figure, ou l'étenduë horizontale donnée A B est partagée également en C, & A C aussi également en D, mener des points A, D, C, des droites comme A N, D L, C Q, perpendiculaires à A B. Puis ayant pris sur A N la droite A G égale à A D, faire du centre G & intervalle G A, le cercle K H A qui touchera la ligne D C au bout H du rayon



2009 Ministerio de Cultura

GH parallele à AC ; Et ſi l'on mene la droite AH, l'angle CAH ſera de 45 deg., & la parabole du point A ſuivant la direction AH avec la force meſurée par AK aura la droite AB pour amplitude, AG ou CP pour ſa hauteur & KG pour ſa ſublimité ; Car toutes ces choſes ont êté demontrées ci - devant. Par la même raiſon ſi menant du point A une autre droite AE faiſant l'angle de l'inclination BAE, je tire la droite ER perpendiculaire à AE & coupant AN en R ; j'aurai AR diametre du cercle AER qui paſſera par le point E, d'où menant FEO parallele à AB, l'amplitude de la parabole decrite par le mobile pouſſé du point A ſuivant l'inclination BAE & avec la force imprimée par la chûte du point R, ſera la même AB quadruple de AD, ſa hauteur ſera AF ou CO, & ſa ſublimité RF. Ainſi faiſant une autre inclination BAL & menant la droite LN perpendiculaire à AL, nous aurons AN diametre d'un cercle qui paſſera par le point L, d'où menant la ligne MLQ, nous pouvons dire que la parabole decrite par un mobile pouſſé ſuivant l'inclination BAL avec la force imprimée par la chûte du point N, aura la même amplitude AB, la droite AM ou CQ pour ſa hauteur, & NM pour ſa ſublimité ; & ainſi des autres.

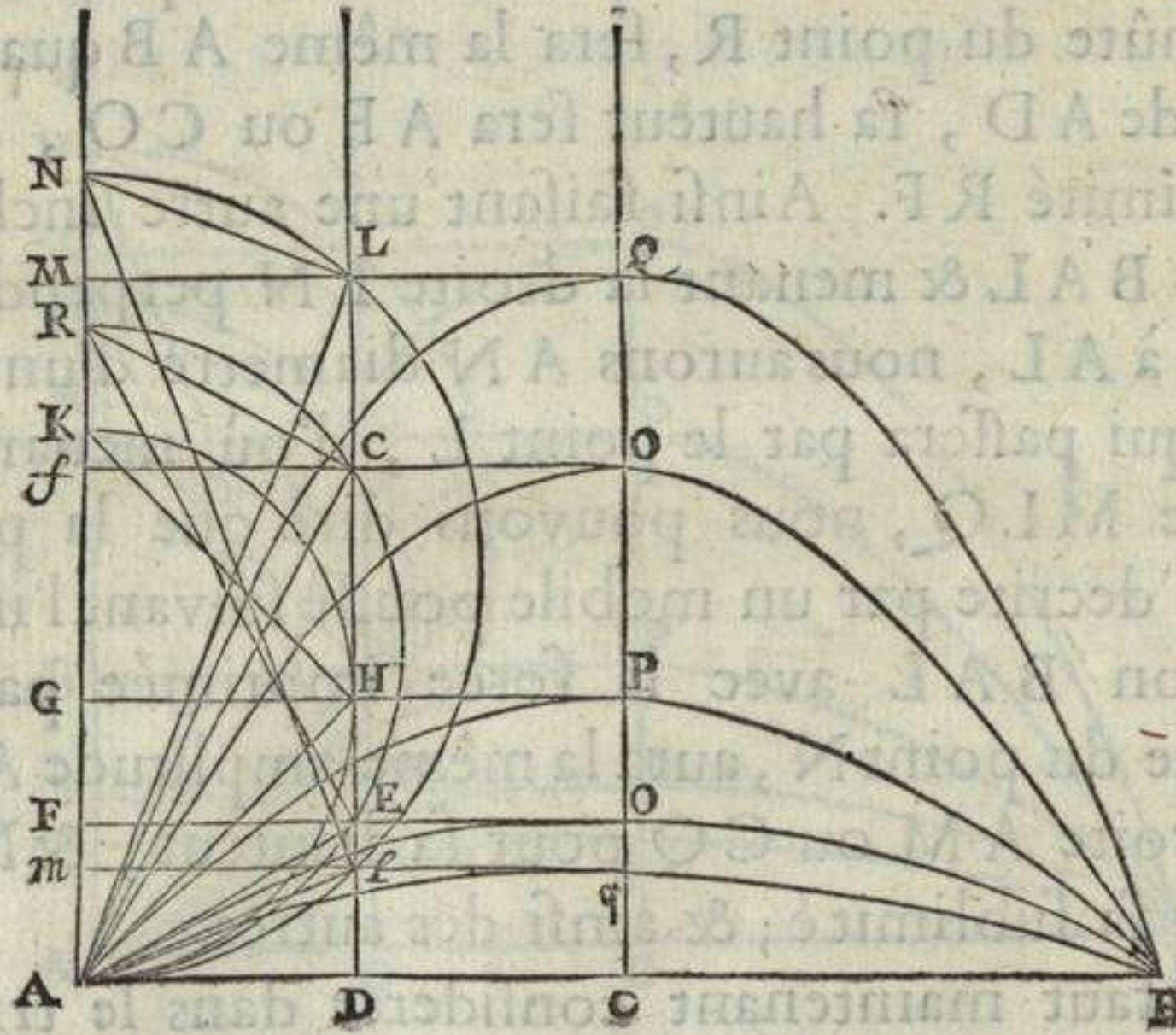
Il faut maintenant conſiderer dans le triangle rectangle AHK, que poſant la droite GH

LIV. III. CHAP. V. Demonſtration de la Table des hauteurs & ſublimitez des jets de même étendue, & de celle de la force qu'il faut donner aux jets de même étendue en toutes ſortes d'élevation.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. V. Demonſtration de la Table des hauteurs & ſublimitez des jets de même étendue, & de celle de la force qu'il faut donner aux jets de même étendue en toutes ſortes d'élevation,

ou AD pour ſinus total, la ligne AG hauteur de la parabole APB ſera la Tangente de l'angle GHA qui eſt celui de l'inclination ; Et la ligne KG ſublimité de la même, ſera la tangente de l'angle GHK complement de celui de l'inclination GHA, ou BAH. Ainſi dans le triangle rectangle AER, poſant la droite EF égale à AD pour ſinus total, la ligne AF ou CO hauteur de la parabole AOB ſera la tangente de l'angle de l'inclination AEF ou BAE; Et la ligne RF ſublimité de la même, ſera la tangente de l'angle REF complement de celui de l'inclination AEF. Enfin dans le triangle rectangle ALN, poſant la droite LM égale à AD pour



2009 Ministerio de Cultura

finus total, la droite AM ou CQ hauteur de la parabole AQB eſt la tangente de l'angle ALM ou de ſon égal l'angle de l'inclination BAL; Et la droite NM ſublimité de la méme, eſt la tangente de l'angle MLN complement de MLA ou BAL. Et comme on peut faire le même raiſonnement ſur tous les Angles d'inclination poſſibles ; il eſt aiſé de faire voir que, la même droite AD pouvant toujours eſtre poſée pour ſinus total, toutes les hauteurs des paraboles de même amplitude ſeront les tangentes de tous les angles égaux à ceux de l'inclination; Et toutes les ſublimitez des mêmes paraboles ſeront les tangentes de complement des mêmes angles.

LIV. III. CHAP. V. Demonſtration de la Table des hauteurs & ſublimitez des jets de même étendue & de celle de la force qu'il faut donner aux jets de même étendue en toutes ſortes d'élevation.

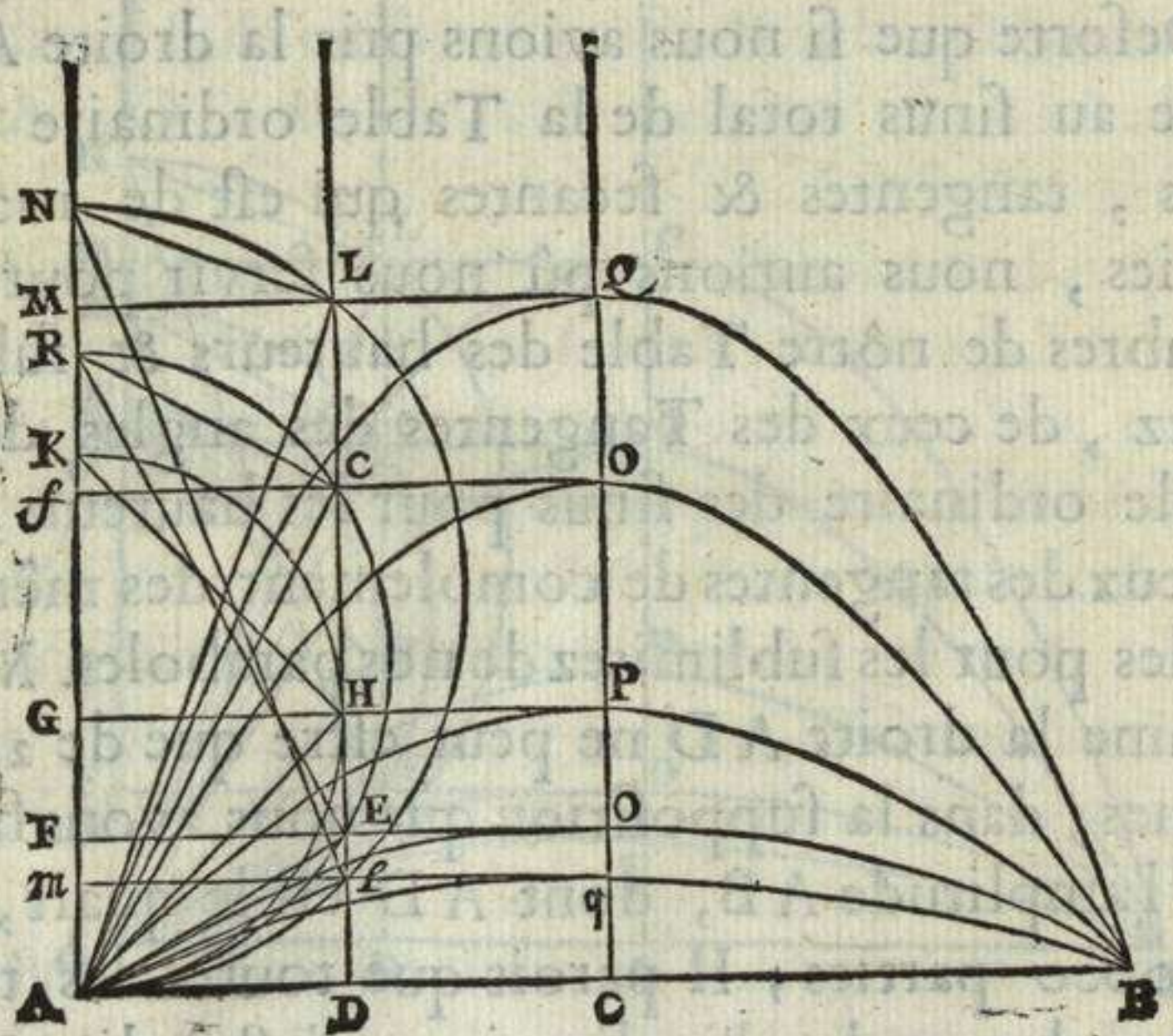
Deſorte que ſi nous avions pris la droite AD égale au ſinus total de la Table ordinaire des ſinus, tangentes & ſecantes qui eſt de 10000 parties, nous aurions pû nous ſervir pour les nombres de nôtre Table des hauteurs & ſublimitez, de ceux des Tangentes des angles de la Table ordinaire des ſinus pour les hauteurs, & de ceux des tangentes de complement des mêmes angles pour les ſublimitez de nos paraboles. Mais comme la droite AD ne peut eſtre que de 2500 parties, dans la ſuppoſition que nous avons faite que l'amplitude AB, dont AD eſt le quart, eſt de 10000 parties; Il paroit que toutes les tangentes des angles d'inclination, c'eſt à dire tou-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. V. Demonſtration de la Table des hauteurs & ſublimitez des jets de même étendue & de celle de la ſorte ce qu'il faut donner aux jets de même étendue en toutes ſortes d'élevation.

tes les hauteurs des paraboles, & les tangentes de leurs complements, c'eſt à dire toutes les ſublimitez des mêmes, doivent eſtre ici chacune un quart de celles de la Table ordinaire des ſinus ; ainſi que nous l'avons pratiqué dans la Table des mêmes hauteurs & ſublimitez, ou celle de l'angle de 45 deg. égale au ſinus total, n'eſt que de 2500 parties.

Au reſte comme l'arc NL dans le cercle ALN eſt égal à l'arc A *l*, la droite NM eſt auſſi égale à A *m*, & AM à N *m*; Où l'on voit que AM ou CQ hauteur de la parabole AQB, eſt égale à N *m* ou Q *q* ſublimité de la parabole A *q* B ; Et NM ſublimité de la parabole AQB égale à A *m*



2009 Ministerio de Cultura

hauteur de la parabole A *q* B. Par la même raiſon nous ferons voir que A F ou C O hauteur de la parabole A O B eſt égale à R *f* ſublimité de la parabole A *o* B & R F ſublimité de la parabole A O B égale à A *f* hauteur de la parabole A *o* B. Mais les paraboles A Q B, A *q* B ; auſſi-bien que les paraboles A O B, A *o* B, ſont celles que l'on peut appeller *reciproques*, étant faites ſous des directions également élognées de celle de 45 deg., & dont la force de l'impulſion & l'amplitude ſont égales : l'on peut donc conclure, ce que nous avons dit ci-devant, *Qu'aux paraboles de même étenduë ſous même force, les hauteurs & les ſublimitez ſont reciproquement égales.*

LIV. III. CHAP. V. Demonſtration de la Table des hauteurs & ſublimitez des jets de meme étendue & de celle de la force qu'il faut donner aux jets de meme étendue en toutes ſortes d'élevation.

Enfin comme la hauteur C P ou A G de la parabole A P B, jointe à ſa ſublimité K G fait la toute A K meſure de la force qui l'a décrite : Que la hauteur C O ou A F de la parabole A O B & ſa ſublimité R F font enſemble la toute A R meſure de la force qui l'a pû décrire : Que la hauteur C Q ou A M de la parabole A Q B & ſa ſublimité N M font enſemble la toute A N d'où le mobile tombant auroit par ſa chûte aquis aſſez de force pour porter le même mobile ſuivant la direction A L par la parabole A Q B à la diſtance A B. Nous pouvons inferer *qu'en toutes les paraboles, la hauteur & la ſublimité font enſemble la meſure de la force qu'il faut pour les décrire.* Et ceci eſt le fondement de la derniere Ta-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. V. Demonſtration de la Table des hauteurs & ſublimitez des jets de meme étendue & de celle de la force qu'il faut donner aux jets de meme étendue en toutes ſortes d'élevation.

ble que nous avons rapportée au ſeptiéme Chapitre du premier Livre de la ſeconde partie, ſous le nom de *Table de la force qu'il faut donner aux jets de même étenduë en toutes ſortes d'élevation*; cequi n'a point beſoin de plus grande explication.

2009 Ministerio de Cultura

LIVRE QUATRIE'ME. LIV. IV.

Demonſtration des pratiques pour les jets dont l'étenduë eſt au niveau des batteries & par le moïen des inſtruments.

CHAPITRE PREMIER.

Demonſtration de l'Equerre des Canoniers rectifiée.

CHAP. I. Demonſtration de l'Equerre des Canoniers rectifiée.

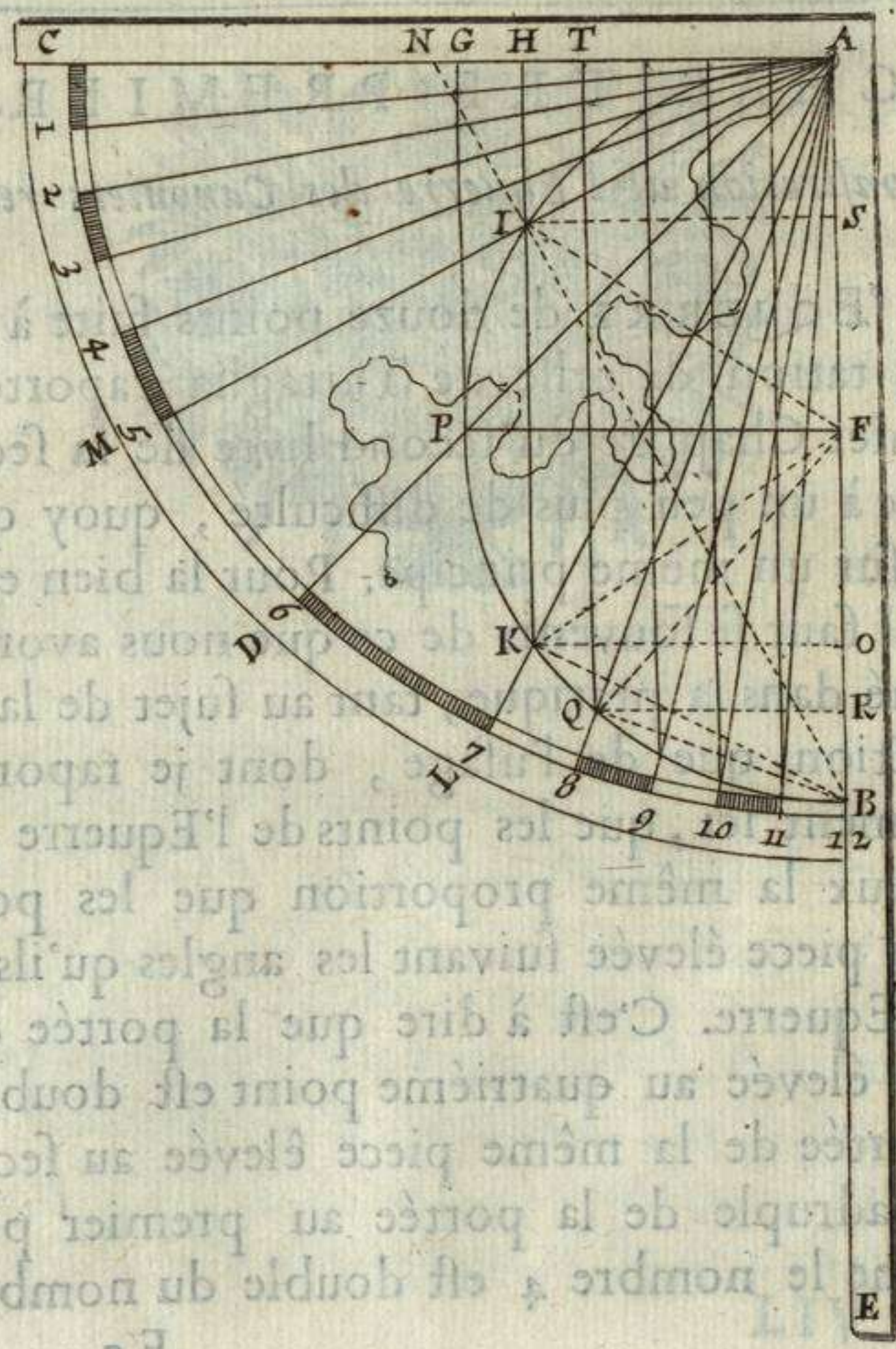
L'EQUERRE de douze points faite à l'imitation de celle de Tartaglia raportée au premier Chapitre du ſecond livre de la ſeconde partie à un peu plus de difficulté, quoy qu'elle ſoit ſur un même principe. Pour la bien entendre il faut ſe ſouvenir de ce que nous avons expliqué dans la pratique, tant au ſujet de la conſtruction que de l'uſage, dont je raporteray ſeulement ici, que les points de l'Equerre y ont entr'eux la même proportion que les portées d'une piece élevée ſuivant les angles qu'ils font ſur l'Equerre. C'eſt à dire que la portée d'une piece élevée au quatriéme point eſt double de la portée de la même piece êlevée au ſecond, & quadruple de la portée au premier point, comme le nombre 4 eſt double du nombre 2,

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. CHAP. I. Demonſtration de l'Equerre des Canoniers rectifiée.

quadruple de 1. Et ainſi des autres.

Voila les termes dont je me ſuis ſervi dans la ſeconde partie de ce Livre. Et par la diſpoſition de la figure on voit que le bras A E de l'Equerre étant mis dans la piece, ſi le plomb attaché par le filet en A tombe ſur le point 6, on peut dire que la piece eſt êlevée ſuivant l'angle 6 A C; ainſi le plomb tombant ſur le



2009 Ministerio de Cultura

point 5, la piece ſera êlevée ſuivant l'angle 5 A C; Et ſuivant l'angle 8 A C ſi le plomb tombe ſur le point 8. Et ainſi du reſte.

LIV. IV. CHAP. I. Demonſtration de l'Equerre des Canoniers rectifiée.

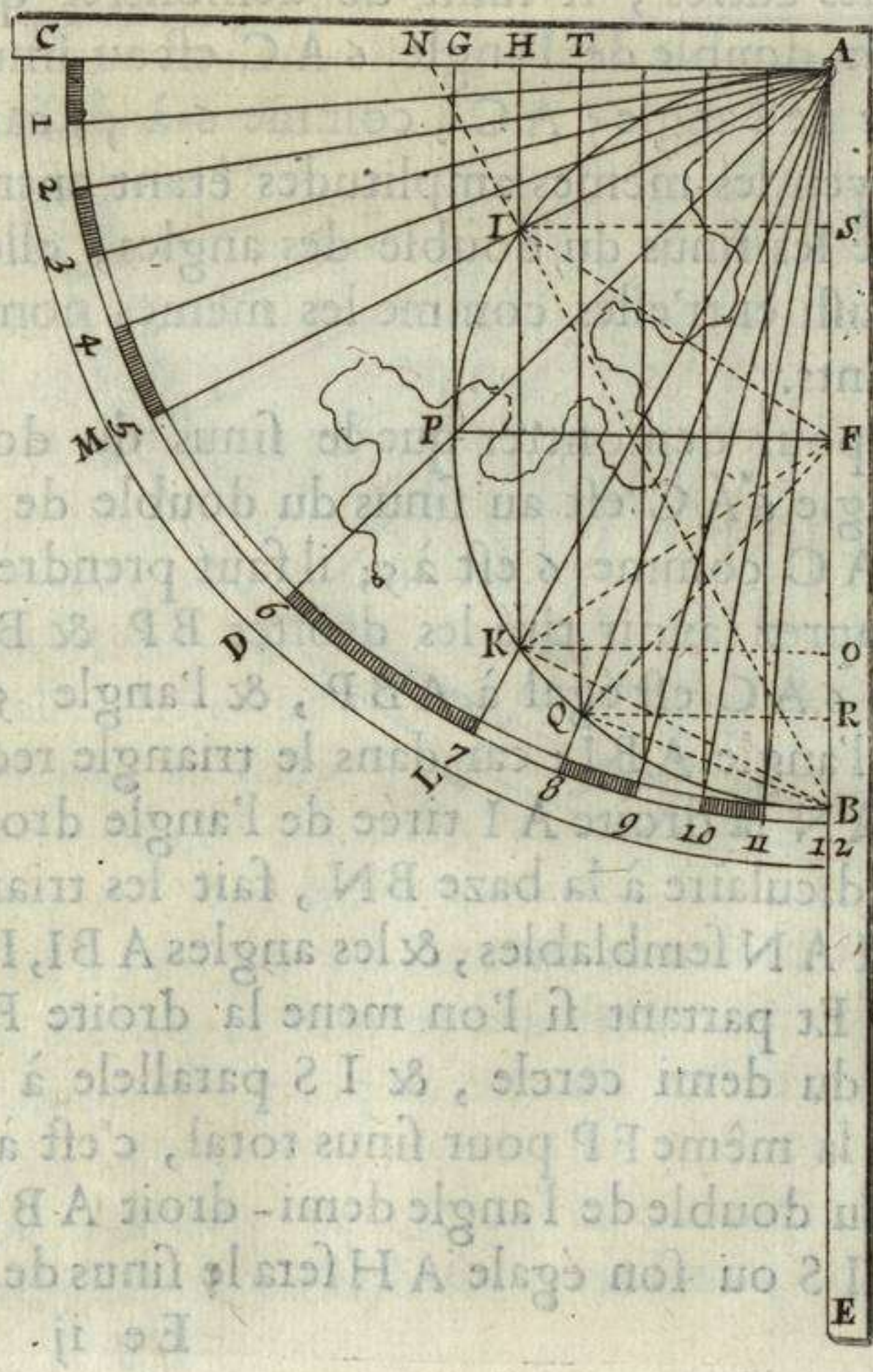
Pour faire donc voir que la portée, c'eſt à dire que l'amplitude de la parabole faite au point 6, ou ſuivant l'angle 6 A C, eſt à l'amplitude de la parabole faite au point 5, ou ſuivant l'angle 5 A C, comme le nombre 6 eſt au nombre 5; Et ainſi des autres; il ſuffit de demontrer que le ſinus du double de l'angle 6 A C eſt au ſinus du double de l'angle 5 A C, comme 6 à 5; car par ce moyen les mêmes amplitudes êtant entr'elles comme les ſinus du double des angles, elles ſeront auſſi entr'elles comme les mêmes nombres des points.

Or pour demontrer que le ſinus du double de l'angle 6 A C eſt au ſinus du double de l'angle 5 A C comme 6 eſt à 5; il faut prendre garde qu'aprez avoir tiré les droites B P & B I N, l'angle 6 A C eſt égal à A B P, & l'angle 5 A C égal à l'angle A B I; car dans le triangle rectangle B A N la droite A I tirée de l'angle droit A, perpendiculaire à la baze B N, fait les triangles A B I, I A N ſemblables, & les angles A B I, I A N égaux. Et partant ſi l'on mene la droite F I du centre du demi cercle, & I S parallele à F P, poſant la même F P pour ſinus total, c'eſt à dire ſinus du double de l'angle demi-droit A B P, la droite I S ou ſon égale A H ſera le ſinus de l'an-

2009 Ministerio de Cultura

L'IV. IV. CHAP. I. Demonſtration de l'Equerre des Canoniers rectifiée.

gle A F I double de l'angle A B I. Mais F P ou ſon égale A G eſt à A H comme 6 à 5: Et partant le ſinus du double de l'angle A B P ou de ſon égal 6 A C, eſt au ſinus du double de l'angle A B I ou de ſon égal 5 A C, comme 6 à 5. Nous pouvons faire le même raiſonnement à l'égard des autres angles 4 A C, 3 A C, &c., & demontrer que le ſinus du double de l'angle 4 A C eſt au



2009 Ministerio de Cultura

sinus du double de l'angle 3 A C, comme 4 à 3. Et ainsi des autres.

LIV. IV. CHAP. I. Demonstration de l'Equerre des Canoniers rectifiée.

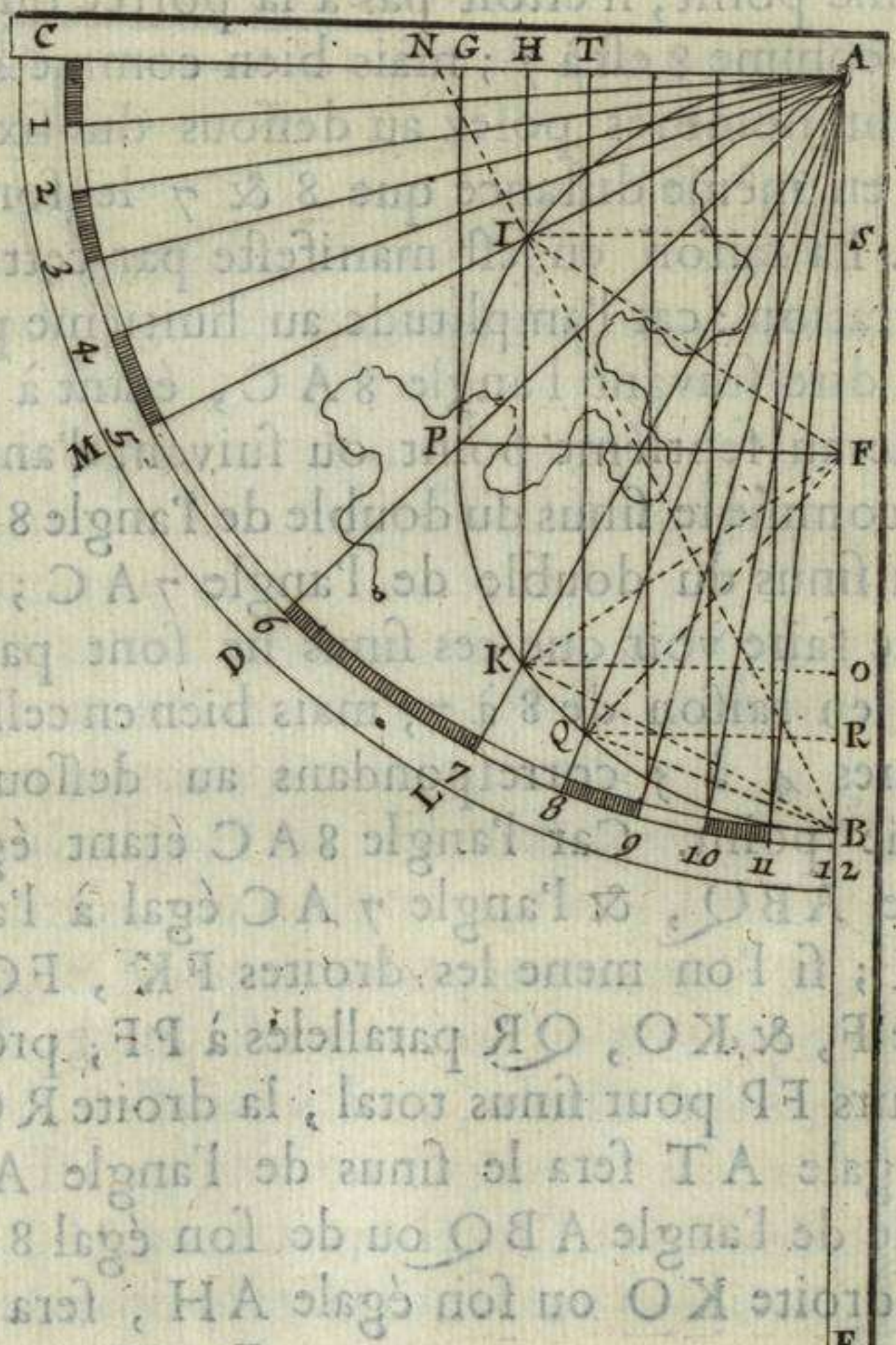
Nous avons fait remarquer dans la pratique que les portées faites sur des inclinations au dessus du sixiéme point, n'étoient pas entr'elles comme les nombres de leurs points, mais bien comme ceux qui sont également élognez au dessous du sixiéme: C'est à dire que la portée au huitiémè point, n'estoit pas à la portée du septiéme comme 8 est à 7; mais bien comme 4 à 5, qui sont nombres posez au dessous du sixiéme point en même distance que 8 & 7 le sont au dessus. La raison en est manifeste par cette demonstration: car l'amplitude au huitiéme point c'est à dire suivant l'angle 8 A C, étant à l'amplitude au septiéme point ou suivant l'angle 7 A C, comme le sinus du double de l'angle 8 A C, est au sinus du double de l'angle 7 A C; il est aisé de faire voir que ces sinus ne sont pas entr'eux en raison de 8 à 7, mais bien en celle des nombres 4 à 5 correspondans au dessous du sixiéme point. Car l'angle 8 A C étant égal à l'angle A B Q, & l'angle 7 A C égal à l'angle A B K; si l'on mene les droites F K, F Q du centre F, & K O, Q R paralleles à P F; prenant toujours F P pour sinus total, la droite R Q ou son égale A T sera le sinus de l'angle A F Q double de l'angle A B Q ou de son égal 8 A C; Et la droite K O ou son égale A H, sera le si-

2009 Ministerio de Cultura

L IV. IV. CHAP. I. Demonſtration de l'Equerre des Canoniers rectifiée.

nus de l'angle AFK double de l'angle ABK ou de ſon égal 7 AC. Mais AT par la conſtruction eſt à AH comme 4 à 5: Donc le ſinus du double de l'angle au huitiéme point eſt au ſinus du double de l'angle au ſeptiéme comme 4 à 5.

Je ne parleray point des minutes, car c'eſt par tout le même raiſonnement, puis qu'elles ſe



marquent ſur le bord du Quart de cercle en diviſant chacune des portions G H, H T &c. de la droite A G, en 12 parties égales, & tirant de chaque point de la diviſion des droites paralleles au diametre A B, qui couperont le demi-cercle chacune en deux points, par où l'on tire du centre A du quart du cercle, des droites qui traçent les minutes ſur ſon bord en la même maniere que les 12 points principaux y ont eſté marquez.

LIV. IV. CHAP. I. Demonſtration de l'Equerre des Canoniers rectifiée.

CHAPITRE II.

Demonſtration du demi cercle de Torricelli.

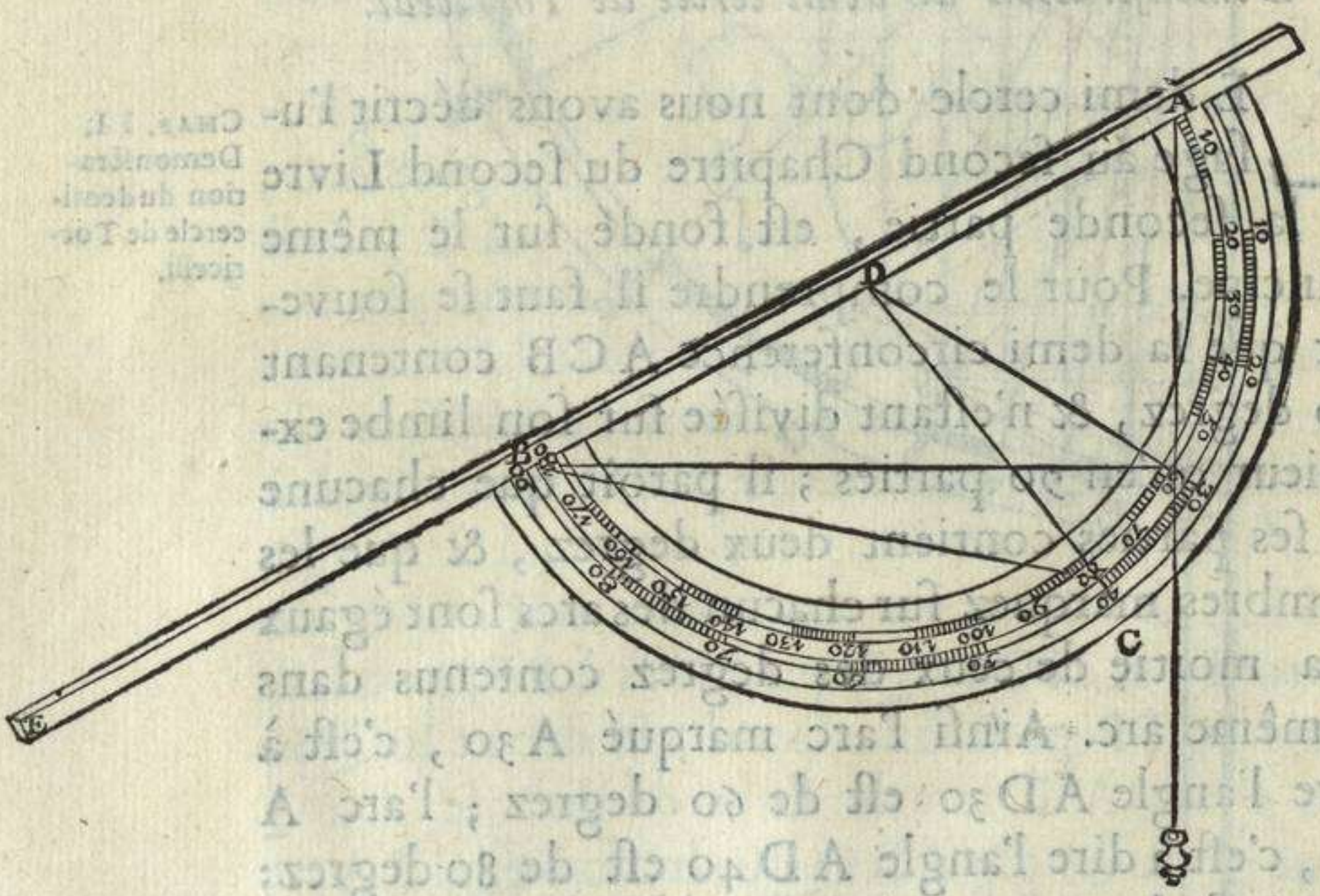
LE demi cercle dont nous avons décrit l'uſage au ſecond Chapitre du ſecond Livre de la ſeconde partie, eſt fondé ſur le même principe. Pour le comprendre il faut ſe ſouvenir que la demi circonference A C B contenant 180 degrez, & n'eſtant diviſée ſur ſon limbe exterieur qu'en 90 parties ; il paroît que chacune de ſes parties contient deux degrez, & que les nombres marquez ſur chacun des arcs ſont égaux à la moitié de ceux des degrez contenus dans le même arc. Ainſi l'arc marqué A 30, c'eſt à dire l'angle A D 30 eſt de 60 degrez ; l'arc A 40, c'eſt à dire l'angle A D 40 eſt de 80 degrez: Et ainſi des autres.

CHAP. II. Demonſtration du demi-cercle de Torricelli.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. CHAP. II. Demonſtration du demi-cercle de Torricelli.

Maintenant ſi l'on poſe le bras AE dans la piece, le plomb pendant en A marquera ſon élevation, Qui ſera par exemple de 30 degrez, ſi le plomb tombe ſur le point 30 du limbe exterieur; comme elle ſera de 40 deg., s'il tombe ſur le nombre 40. Car cet angle de l'élevation de la piece lors que le plomb tombe ſur le nombre 30, n'eſt autre choſe que l'angle A B 30; comme l'angle A B 40 eſt celui de l'élevation lors que le plomb ſe trouve ſur le nombre 40. Et comme l'angle à la circonference A B 30, n'eſt que la moitié de l'angle au centre A D 30, & l'angle A B 40 moitié de l'angle A D 40; il



paroît

2009 Ministerio de Cultura

paroît que l'angle A D 30 étant de 60 degrez, celui de l'inclination A B 30 ne ſera que de 30 degrez ; Ainſi l'angle au centre A D 40 étant de 80 deg., l'angle de l'êlevation ne ſera que de 40 degrez. Et ainſi du reſte.

LIV. IV. CHAP. II. Demonſtration du demi-cercle de Toricelli.

Quant à l'uſage il eſt tout a fait conforme à la Theorie que nous avons établie. Il ordonne de faire les portées proportionelles aux ſinus des degrez marqués ſur le limbe interieur, dont les nombres étant partout doubles de ceux qui leur repondent ſur l'exterieur : Il paroît que c'eſt toûjours faire les amplitudes des Paraboles proportionelles aux ſinus du double des angles de leurs inclinations. Ainſi la portée de la piece étant élevée de 30 degrez, lors que le plomb tombe ſur le nombre 30 du bord exterieur, ſera à la portée de la piece élevée à 40 degrez, lors que le plomb tombera ſur le nombre 40 du même bord, comme le ſinus de 60 degrez double de l'angle de la premiere élevation, eſt au ſinus de 80 deg. double de la ſeconde. Et ainſi des autres.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. CHAP. III. Demonſtration d'un autre inſtrument ſans le beſoin des ſinus.

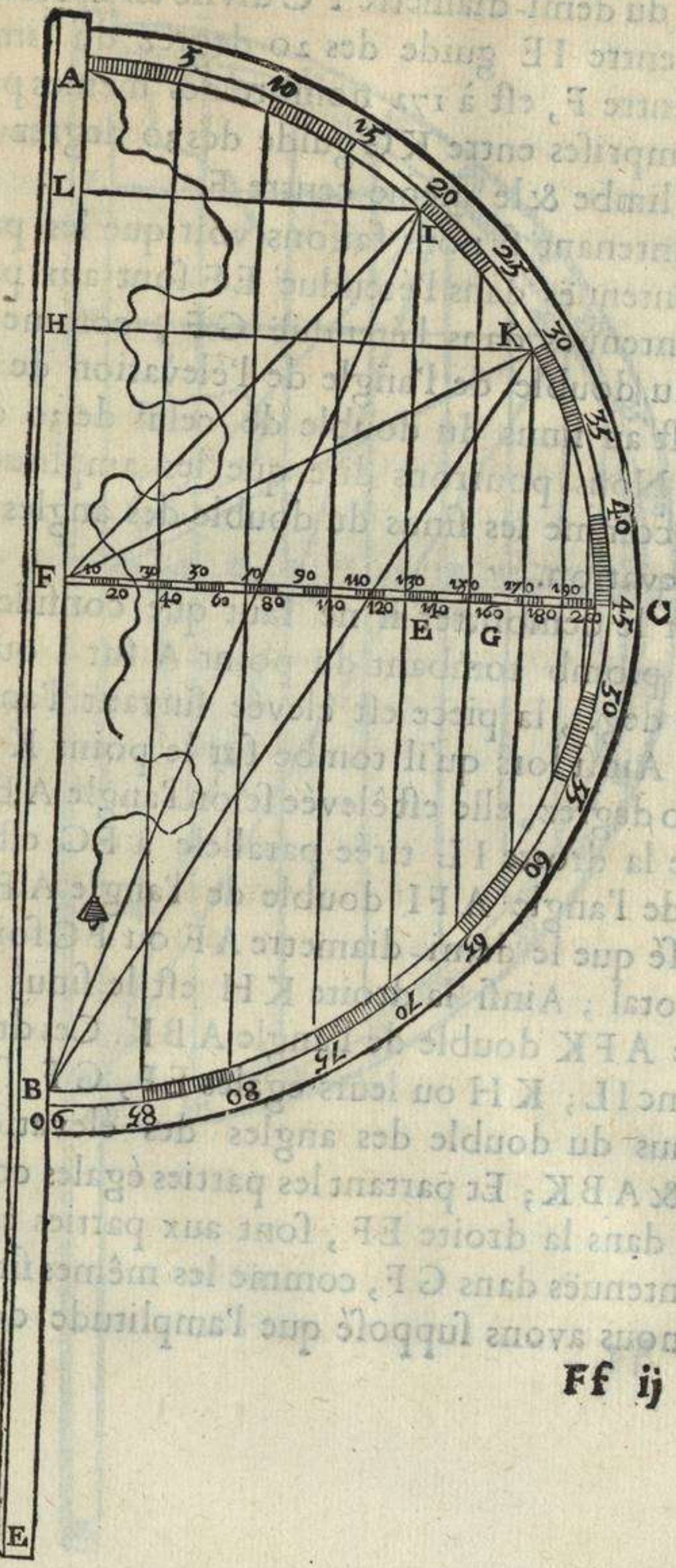
CHAPITRE III.

Demonſtration d'un autre inſtrument ſans le beſoin des Sinus.

ENFIN pour avoir une conoiſſance parfaite de la derniere Equerre ou pour mieux dire du dernier demi-cercle de Torricelli dont nous avons cy-devant expliqué la conſtruction & l'uſage au troiſiéme Chapitre du ſecond livre de la premiere partie, ſous le nom d'un *inſtrument ſans le beſoin de ſinus*. Il faut ſe ſouvenir qu'aprés avoir diviſé ſon demi-cercle ſeulement en 90 parties égales comme le precedent, de chacune leſquelles il mene des lignes paralleles au diametre qu'il appelle des Guides, & aprés avoir partagé le demi-diametre perpendiculaire en un tres grand nombre de parties; il dit que les amplitudes des Paraboles tirées ſous les angles repondans aux degrez marquez dans le limbe, ſont entr'elles comme les nombres des parties du demi-diametre perpendiculaire compriſes entre le centre du cercle & les Guides qui viennent des degrez de l'élevation. C'eſt à dire que l'amplitude de la Parabole tirée ſous l'angle de 20 degrez eſt à l'amplitude de celle qui eſt faite ſous l'angle de 30 deg., comme 128 $\frac{1}{2}$, qui eſt le nombre des

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. CHAP. III. Demonſtration d'un autre inſtrument ſans le beſoin des ſinus.



2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. CHAP. III. Demonſtration d'un autre inſtrument ſans le beſoin des ſinus.

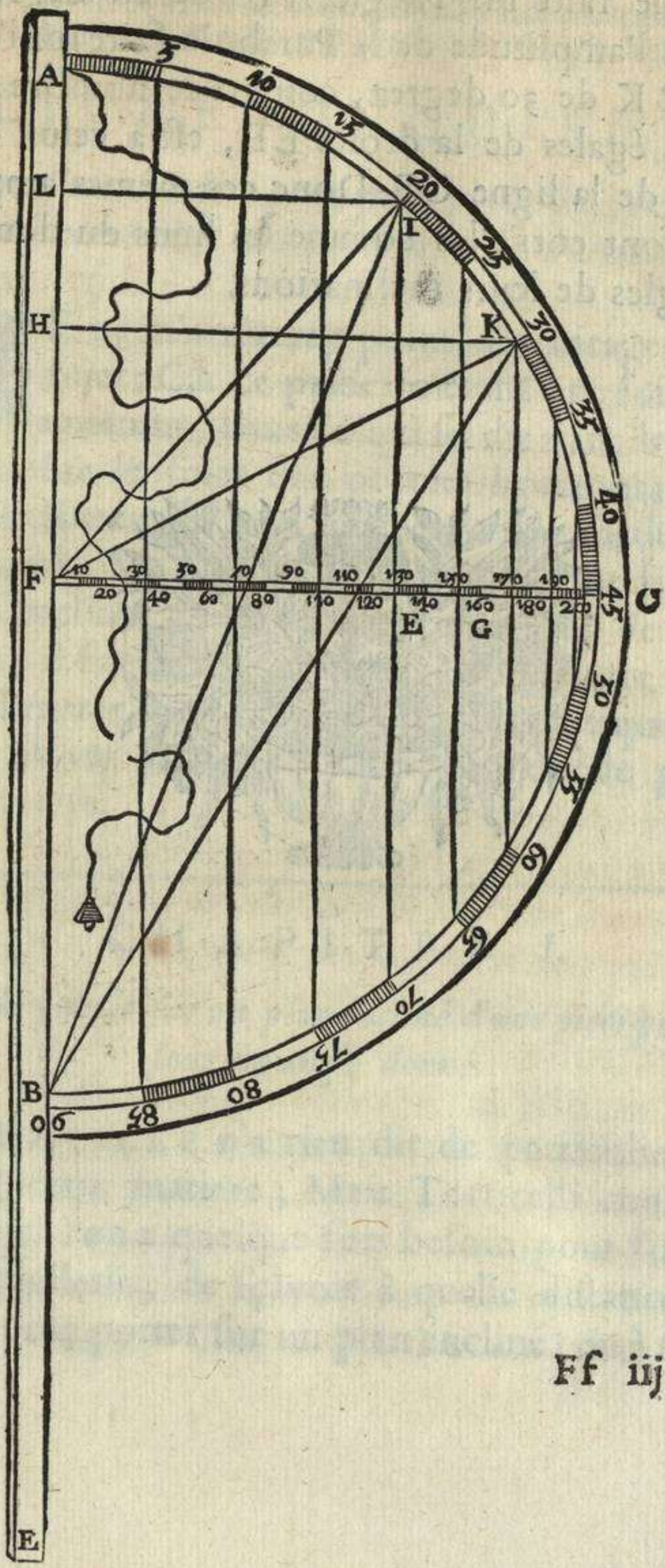
parties du demi-diametre F C diviſé en 200, compriſes entre I E guide des 20 degrez du limbe & le centre F, eſt à 172 nombre des mêmes parties compriſes entre K G guide des 30 degrez du même limbe & le même centre F.

Maintenant ſi nous faiſons voir que les parties contenuës dans l'étendue E F ſont aux parties contenuës dans l'étenduë G F, comme le ſinus du double de l'angle de l'élevation de 20 deg. eſt au ſinus du double de celui de 30 degrez ; Nous pourrons dire que les amplitudes ſeront comme les ſinus du double des angles de leur élevation.

Pour le demontrer il ne faut que conſiderer que le plomb tombant du point A ſur I où il y a 20 deg., la piece eſt êlevée ſuivant l'angle A B I ; Ainſi lors qu'il tombe ſur le point K où il y a 30 degrez, elle eſt êlevée ſelon l'angle A B K. Et que la droite I L tirée parallele à F C eſt le ſinus de l'angle A F I double de l'angle A B I, ſuppoſé que le demi-diametre A F ou F C ſoit le ſinus total ; Ainſi la droite K H eſt le ſinus de l'angle A F K double de l'angle A B K. Ces droites donc I L ; K H ou leurs égales E F, G F, ſont les ſinus du double des angles des élevations A B I & A B K ; Et partant les parties égales compriſes dans la droite E F, ſont aux parties égales contenuës dans G F, comme les mêmes ſinus. Mais nous avons ſuppoſé que l'amplitude de la

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. CHAP. III. Demonstration d'un autre instrument sans le besoin des fi-nus.



2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. CHAP. III. Demonſtration d'un autre inſtrument ſans le beſoin des ſinus.

Parabole faite ſur l'angle ABI de 20 degrez, eſtoit à l'amplitude de la Parabole faite ſur l'angle ABK de 30 degrez, comme le nombre des parties égales de la droite EF, eſt à celui des parties de la ligne GF: Donc ces mêmes amplitudes ſont entr'elles comme les ſinus du double des angles de leurs inclinations.

2009 Ministerio de Cultura

LIVRE CINQUIEME.

Demonſtration des pratiques pour les jets dont l'étenduë n'eſt pas au niveau des batteries.

IE ne m'arrêteray point d'avantage ſur ce ſujet; Car ce principe êtant une fois bien entendu, tout ce qui ſe dit dans les pratiques ſur le ſujet des portées horizontales en toutes ſortes de cas, lui peut eſtre facilement rapporté : Mais pour celles qui ſe font ſur des plans inclinez au deſſus ou au deſſous de l'horizon, il faut y faire d'autres raiſonements, avant que d'entrer dans l'explication des pratiques que nous avons enſeignées dans la ſeconde partie de ce Livre.

Liv. V. Demonſtration des pratiques pour les jets dont l'étendue n'eſt pas au niveau des batteries.

CHAPITRE I.

Pour la portée ſur un plan incliné d'une piece pointée ſous un angle donné.

GALILE'E n'a rien dit de particulier ſur cette matiere ; Mais Torricelli conſiderant que l'on a quelque fois beſoin pour l'uſage de l'Artillerie, de ſçavoir à quelle diſtance un coup peut porter ſur un plan incliné? ou à Quel

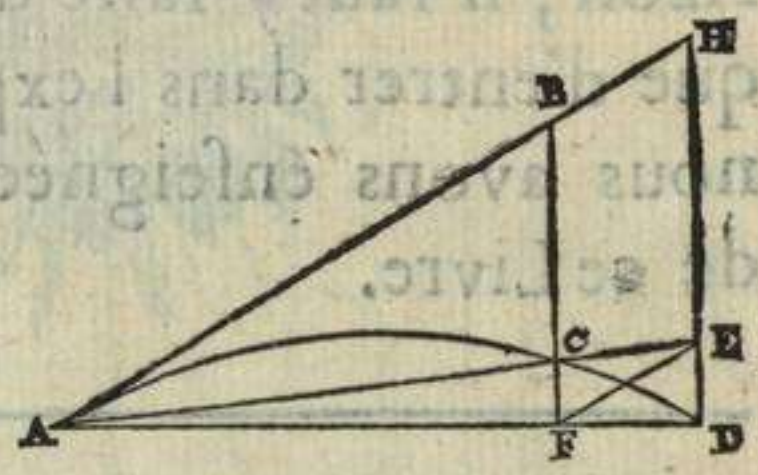
CHAP. I. Pour la portée ſur un plan incliné d'une piece pointée ſous un angle donné.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. V. CHAP. I. Pour la portée sur un plan incliné d'une piece pointée sous un angle donné.

point d'une hauteur perpendiculaire, un coup de Canon ou de Bombe peut arriver suivant une élevation determinée ? à raisonné de cette maniere.

Soit, dit-il, AD l'amplitude horizontale d'une Parabole ACD decrite par un boulet ou par une Bombe tirée suivant l'angle de l'inclination DAB; Et soit le plan incliné sur l'horizon AE. Pour sçavoir à quel point le boulet rencontrera le plan incliné comme en C, & conoître la longueur AC & la hauteur perpendiculaire CF; il faut du point D êlever la perpendiculaire DH, à laquelle la ligne FCB doit être parallele, passant par le point C, où l'on propose que le plan incliné AE est rencontré par la ligne parabolique ACD; puis mener la droitte EF, laquelle par ce qui a esté demontré par Archimede, sera parallele à AH tangente de la Parabole au point A. Et partant AD sera à DF, comme HD à DE; Mais les trois lignes AD, HD, DE sont conuës; car AD est l'amplitude de la Parabole donnée ACD; HD & DE sont les tangentes des angles donnés DAH qui est celui de l'inclination du mortier ou de la piece, & DAE qui est celui de l'inclination du plan AE; Et partant la droite DF sera aussi donnée, aussi-



bien

2009 Ministerio de Cultura

bien que la ligne A F. Et partant dans le triangle rectangle A F C le côté A F & l'angle aigu F A C étant conûs, tout le reſte eſt auſſi conû : car A F eſt à F C comme le ſinus total eſt à la tangente de l'angle F A C ; Et A F à A C comme le même ſinus total eſt à la ſecante du même angle.

LIV. V. CHAP. I. Pour les portées ſur un plan incliné, d'une piece pointée ſous un angle donné.

Où l'on voit la raiſon des pratiques que nous avons enſeignées au ſecond Chapitre du troiſiéme livre de la ſeconde partie, lors que pour trouver la longueur inclinée A C ou la hauteur perpendiculaire F C à laquelle le boulet arriveroit pouſſé ſuivant l'inclination D A B, nous avons fait deux regles de Trois. Dans la premiere le premier terme étoit la tangente de l'angle de l'inclination de la piece D A H c'eſt à dire D H, le ſecond étoit la tangente de l'angle de l'inclination du plan D A E c'eſt à dire D E, le troiſiéme étoit l'amplitude A D de la Parabole donnée ; Et pour quatriéme nous avons eu la longueur D F, laquelle étant ôtée de la toute A D, nous a fait conoître le reſte A F. L'autre regle de Trois avoit pour premier terme le ſinus total, pour ſecond la ſecante de l'angle de l'inclination du plan, & la longueur horizontale A F pour troiſiéme ; afin d'avoir pour quatriéme la longueur du plan incliné A C que nous demandions.

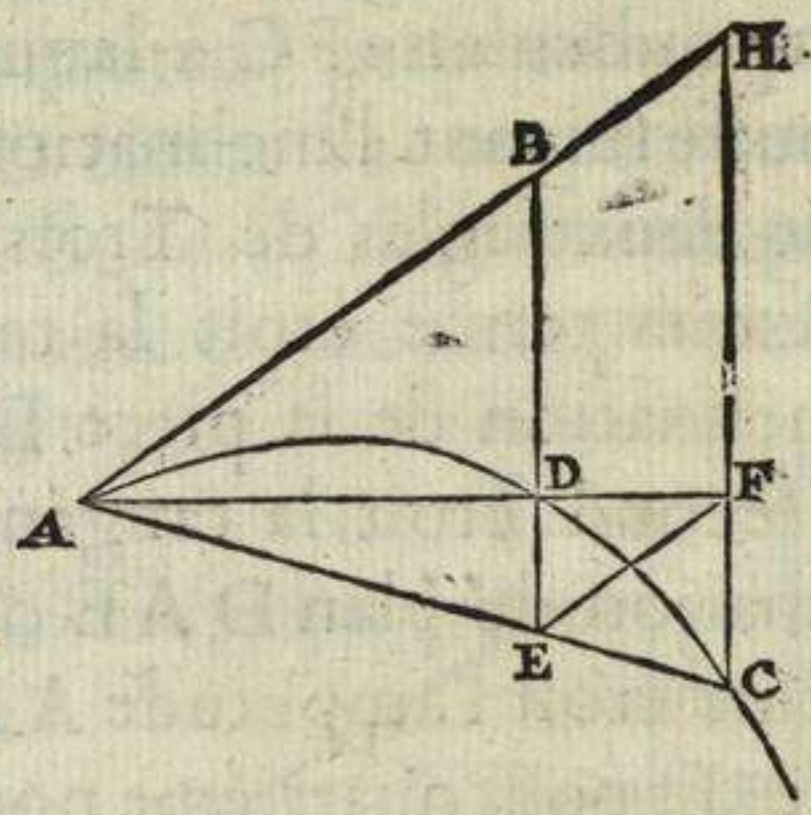
Si au lieu de la ſecante de l'angle de l'inclination du plan F A C, nous avions pris pour ſecond terme de nôtre ſeconde regle de Trois,

2009 Ministerio de Cultura

LIV. V. CHAP. I. Pour la portée ſur un plan incliné d'une piece pointée ſous un angle donné.

la tangente du même angle, nous aurions eu pour quatriéme terme la hauteur perpendiculaire FC, à laquelle la bombe ou le boulet ſeroit arrivé.

C'eſt preſque le même raiſonnement pour les coups qui portent ſur des plans inclinez au deſſous de l'horizon. Comme ſi A D eſt l'amplitude de la parabole faite ſous l'inclination D A B & continuée en C où elle rencontre le plan A E incliné ſous l'horizon A D ; il ne faut que mener par les points D & C des perpendiculaires à l'horizon BDE coupant AE en E, & HFC coupant A D continuée en F ; & joindre la droite E F, laquelle



ſera parallele à A H tangente de la Parabole A D C parce qui a été demontré par Archimede ; Et partant dans les triangles ſemblables A D B & E D F la droite B D tangente de l'angle donné D A B qui eſt celui de l'inclination de la piece, eſt à D E tangente de l'angle auſſi donné D A E de l'inclination du plan A E, comme A D qui eſt l'amplitude horizontale de la Parabole donnée A D C & par conſequent auſſi donnée, eſt à D F, laquelle ajoutée à A D don-

2009 Ministerio de Cultura

ne la toute A F. Maintenant A F étant à A C comme le ſinus total eſt à la ſecante de l'angle donné F A C: & A F à F C comme le même ſinus total eſt à la tangente du même angle ; il paroît que la longueur A C du plan incliné à laquelle le boulet ou la bombe arrivera, eſt donnée, auſſi bien que la profondeur perpendiculaire F C.

LIV. V. CHAP. I. Pour la portée ſur un plan incliné d'une piece pointée ſous un angle donné.

Ce raiſonnement eſt le fondement de nôtre pratique dans laquelle : Pour trouver les mêmes longueurs, nous avons fait deux regles de Trois, la premiere pour trouver la droite A F ; en faiſant que comme la tangente de l'angle de l'inclination de la piece ou du mortier eſt à la tangente de l'angle de l'inclination du plan, ainſi l'amplitude horizontale de la parabole eſt à une autre : car cette quatriéme quantité étant ajoutée à la même amplitude, nous donne la longueur horizontale A F. Dans la ſeconde regle de Trois, nous avons fait que comme le ſinus total eſt à la ſecante de l'angle de l'inclination du plan, (pour trouver la longueur du plan incliné ;) ou à la tangente du même Angle, (pour avoir ſa profondeur perpendiculaire ;) Ainſi la longueur horizontale A F eſt à une autre : car au premier cas il vient la longueur A C, & au ſecond cas la hauteur perpendiculaire F C, pour quatriéme terme.

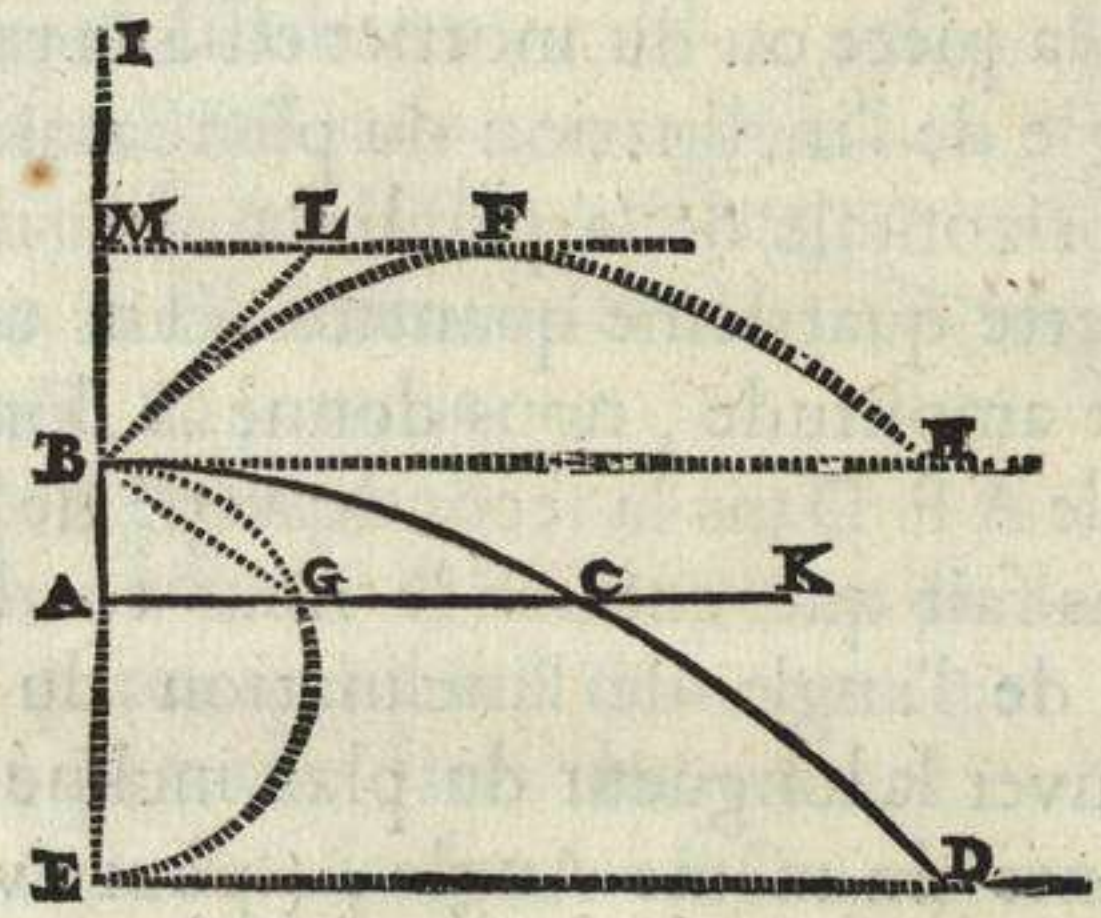
2009 Ministerio de Cultura

LIV. V. CHAP. II. Pour la portée du but en blanc d'une piece élevée au deſſus du plan horizontal.

CHAPITRE II.

Pour la portée de but en blanc d'une piece élevée au deſſus du plan horizontal.

LA pratique nous avons enſeignée au premier Chapitre du troiſiéme Livre de la ſeconde partie, pour conoître la portée ſur le niveau d'une piece plus haute que l horizon, & pointée comme on dit de but en blanc, laquelle n'eſt autre par cette methode que le double



de la moïenne Geometrique entre la moitié de la plus grande portée & la hauteur perpendiculaire de la piece, depend de cette propoſition.

Soit la piece en B au deſſus de l'horizon A K

2009 Ministerio de Cultura

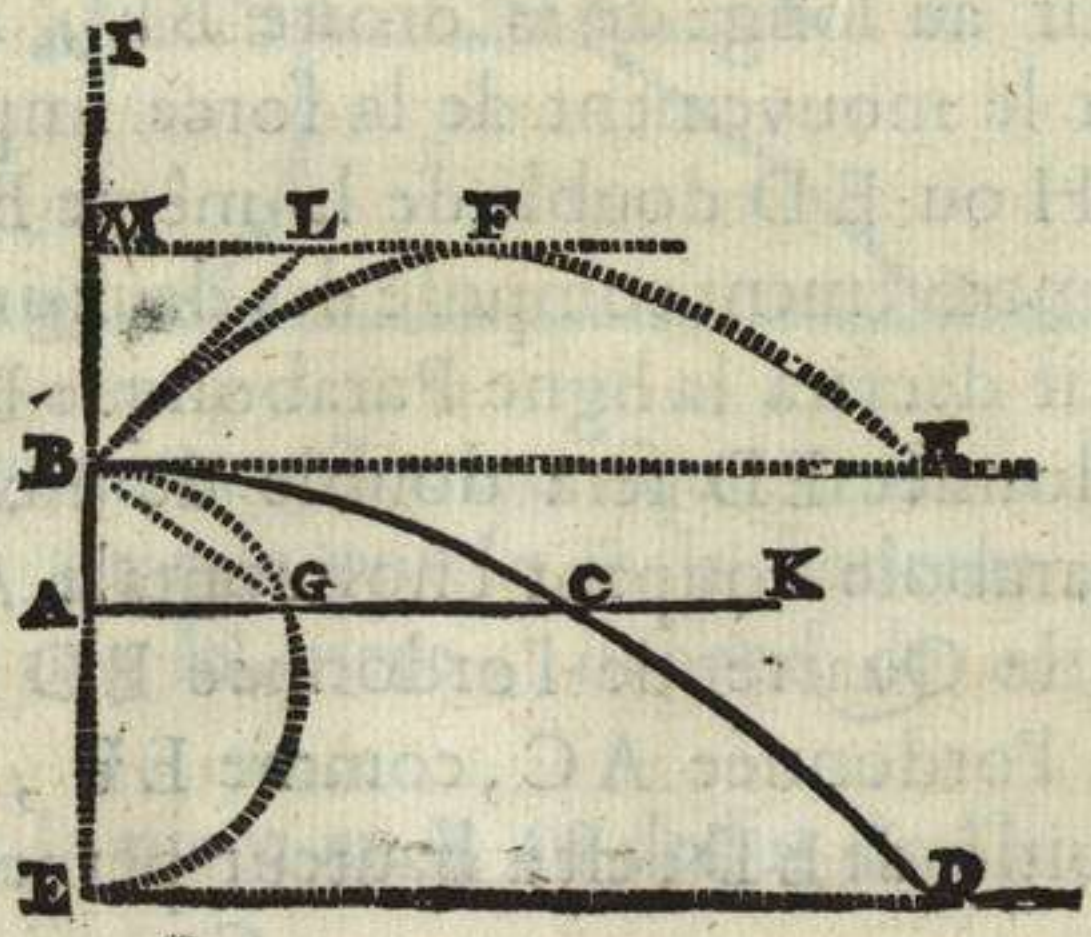
à la hauteur perpendiculaire AB, & pointée ſuivant la direction horizontale BH. Si nous concevons que la force de l'impulſion du boulet ſoit meſurée par une perpendiculaire comme BI, enſorte que cette force ſoit la même que celle que le boulet auroit aquiſe en B en tombant du point I; l'on ſçait par ce qui a été demontré par Galilée que le boulet tombé du point I en B, changeant le mouvement perpendiculaire & acceleré de ſa chûte en mouvement horizontal & égal comme par la droite BH, fera au long de cette droite, avec le degré de viteſſe aquiſe en B, un chemin comme BH double de BI dans un temps égal à celui qu'il a mis à parcourir BI en tombant du point de repos I. Ainſi ſi nous prenons BE au deſſous de B égale à BI, nous verrons que dans le temps que le boulet ſortant, de la piece en B deſcendra perpendiculairement par le mouvement de ſa peſanteur au long de la droite BE, il parcourra par le mouvement de la force imprimée l'eſpace BH ou ED double de la même BE; Et que par le mouvement compoſé des deux impreſſions, il decrira la ligne Parabolique BCD, dont l'ordonnée ED ſera double de l'axe EB. Et cette Parabole coupant l'horizontale AK au point C, le Quarré de l'ordonnée ED ſera au quarré de l'ordonnée AC, comme EB, c'eſt à dire la moitié de ED, eſt à hauteur perpendicu-

LIV. V. CHAP. II. Pour la portée de but en blanc d'une piece élevée au deſſus du plan horizontal.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. V. CHAP. II. Pour la portée de but en blanc d'une piece élevée au deſſus du plan horizontal.

laire A B. Mais prenant B G moïenne Geometrique entre E B & B A, le quarré E B eſt au quarré B G, comme la même E B eſt à A B; Donc le quarré E D eſt au quarré A C comme le quarré E B eſt au quarré G B, & la ligne E D à A C comme E B à B G & en permutant; c'eſt à dire que E D étant double de E B; A C ſera auſſi double de B G. Mais E D eſt égale à la plus grande portée de la piece; Car ſi l'on êleve la piece poſée en B ſuivant l'angle demi droit H B L, la portée ſera B H double de B I ou B E. Et partant pour avoir la longueur horizontale A C, il ne faut que decrire un cercle ſur le diametre B E égal à la moitié de la plus grande portée, & mener B G au point G ou le cercle coupe l'horizontale A K; car le double de B G ſera la droite A C que l'on demande. Pour avoir la même longueur



2009 Ministerio de Cultura

en nombres, il faut multiplier la moitié de la plus grande portée par la hauteur perpendiculaire de l'ame de la piece au deſſus du niveau de la campagne, & prendre le double de la racine quarrée.

LIV V. CHAP. II. Pour la portée de but en blanc d'une piece élevée au deſſus du plan horizontal.

CHAPITRE III.

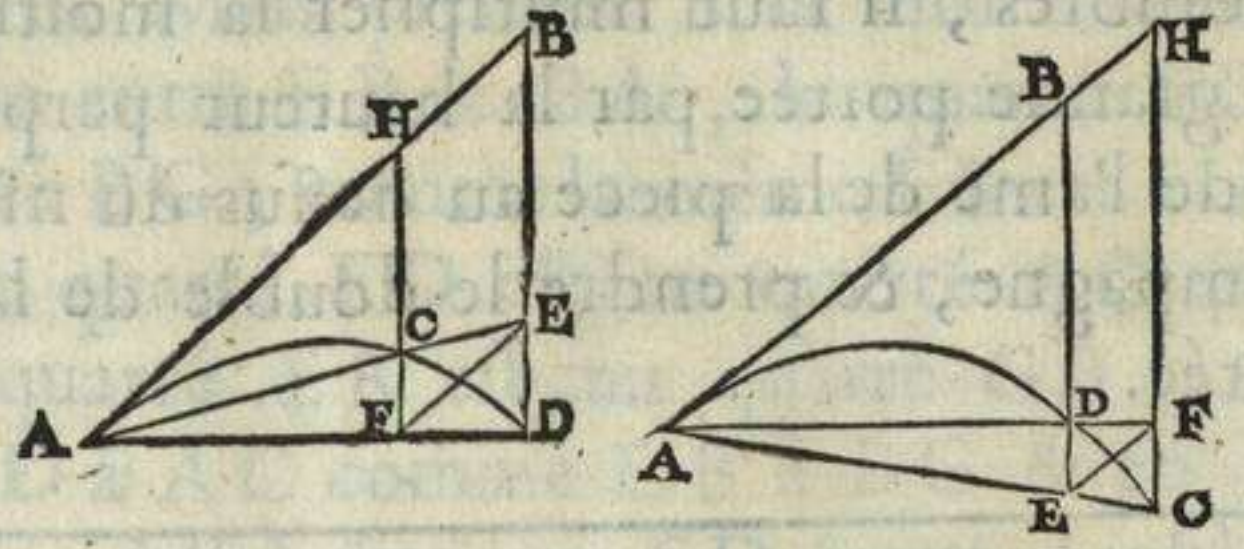
Sentiment du R. P. de Challes pour les portées ſur des plans inclinez.

VOILA tout ce que Torricelli nous enſeigne ſur cette matiere. Mais le R. P. de Challes Jeſuite raiſonant dans ſa Pyrotechnie ſur la doctrine de ce Geometre que nous venons d'expliquer au ſujet des portées qui ſe font ſur des plans inclinez, dit avec raiſon qu'en fait d'Artillerie la propoſition de Torricelli n'eſt pas d'un uſage ſi neceſſaire ni ſi frequent que ſa converſe. C'eſt à dire que l'on a bien plus ſouvent beſoin de ſçavoir Quelle êlevation l'on doit donner à la piece ou au mortier pour tirer dans des lieux plus hauts ou plus bas que le niveau des batteries & dont les diſtances ſont conuës? que l'on n'a de ſçavoir à Quelle hauteur ou à Quelle diſtance d'un plan êlevé ou abaiſſé ſous le même niveau, un boulet ou une bombe tirée ſuivant une inclination donnée peut fraper? Ainſi dans les mêmes figures de Torricelli,

CHAP. III. Sentiment du R.P. de Challes pour les portées ſur des plans inclinés.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. V. CHAP. III. Sentiment du R. P. de Challes pour les portées sur des plans inclinés.



il est souvent à propos de sçavoir Quel doit être l'angle de l'élevation de la piece ou du mortier D A B pour faire passer la bombe ou le boulet par le point C élevé ou abaissé sous l'horizon A D dans une distance conuë. Ce qui au raport du R. P. de Challes est tres facile.

Car supposant que l'on conoisse les lignes A F: F C: & l'angle F A C. Il ne faut, dit-il, que prendre pour l'élevation de la piece ou du mortier tel angle que l'on jugera par l'estime être le plus approchant de celui que l'on demande; Et sur cette position rechercher par la regle de Torricelli, c'est à dire par les proportions des tangentes, quelle est la longueur de la ligne A D? Qui se trouvant conforme à l'amplitude de la Parabole qui se fait sous l'angle de l'inclination que l'on a prise, & que l'on trouve dans les tables de Galilée ou de Torricelli; fait voir que c'est justement sous cet angle que la piece ou le mortier doit être élevé. Mais si cette longueur se trouve plus grande ou moindre que cette amplitude, il faut augmenter ou diminuer cet

2009 Ministerio de Cultura

cet angle d'inclination tant de fois que la longueur AC par le calcul des tangentes devienne à la fin la même que l'amplitude de la Parabole faite sous l'angle supposé.

LIV. V. CHAP. III. Sentiment du R.P. de Challes pour les portées sur des plans inclinez.

CHAPITRE IV.

Probleme proposé pour les portées sur les plans inclinez.

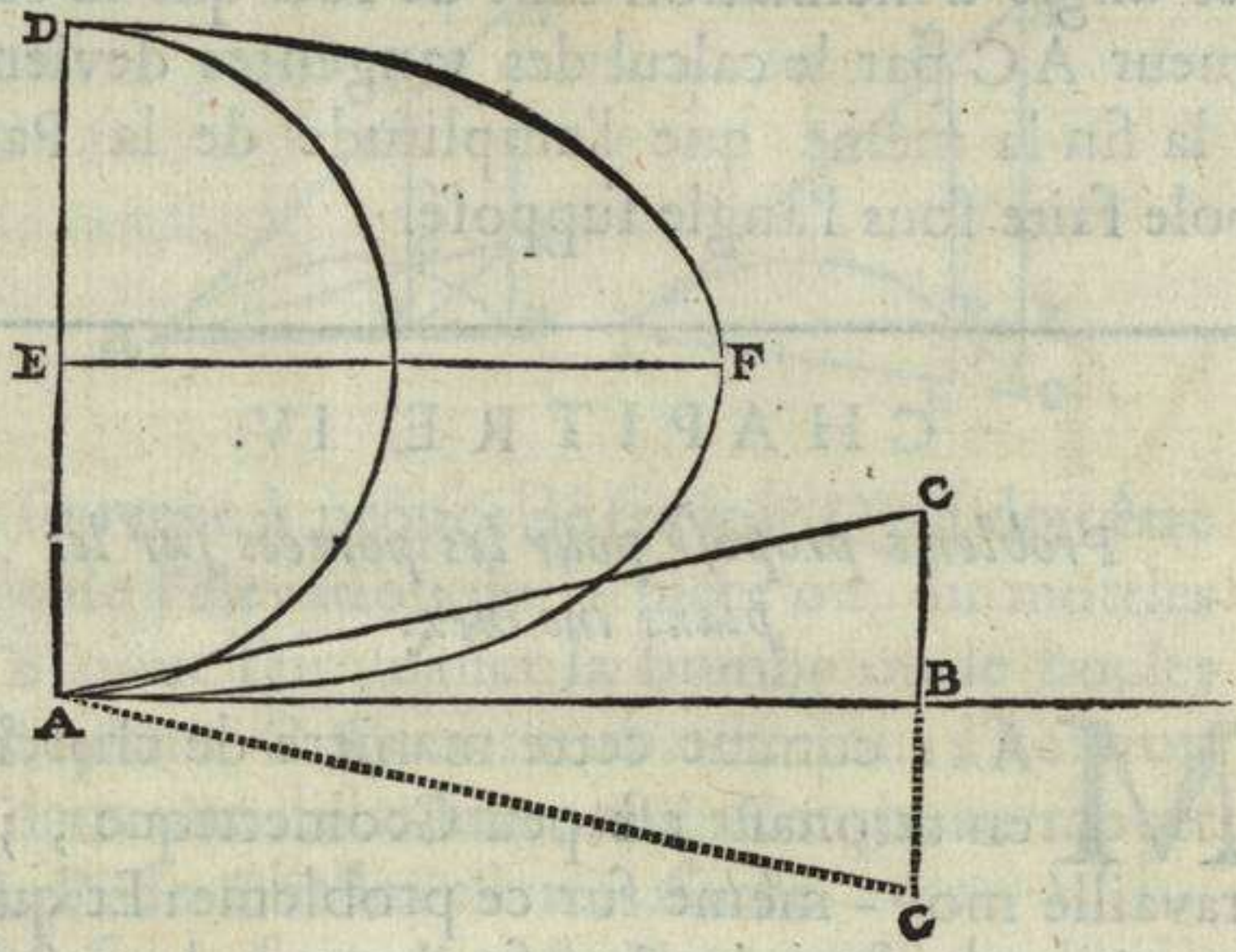
CHAP. IV. Problemes proposés pour les portées sur les plans inclinés.

MAIS comme cette maniere de chercher en tatonant est peu Geometrique, j'ay travaillé moy-même sur ce probleme: Et quoy que j'en aye trouvé assez facilement la resolution par l'analyse; Parce neanmoins qu'il y a des manieres plus élegantes les unes que les autres, j'ay bien voulu le proposer dans nôtre Academie Royalle des Sciences en ces termes.

Le Triangle ABC, dont la base AB est parallele à l'horizon, étant donné, & la demi ellipse AFD donnée, dont le petit Axe AD perpendiculaire à AB est égal à la moitié du grand axe EF. Trouver la Parabole qui passe par les points donnez A & C, & dont le sommet soit dans la ligne elliptique AFD, C'est à dire qu'ayant à jetter une bombe du point A sur le point C élevé sur l'horizon AB ou abaissé au dessous; il faut trouver l'angle de l'inclination du mortier qui, la chassant, lui fasse decrire une parabole qui passe

2009 Ministerio de Cultura

LIV. V. CHAP. IV. Probleme proposé pour les portées sur les plans inclinés.



par le point C. Et comme l'on supose que la charge du mortier est toûjours la même, & qu'il a été demontré ailleurs que toutes les paraboles, partant d'un même point avec même force en toutes sortes d'élevation, ont leur sommet dans une ellipse dont le grand axe est quadruple du petit; l'on voit la raison que j'ay euë de proposer ce probleme comme il est dans la simplicité de ses conditions.

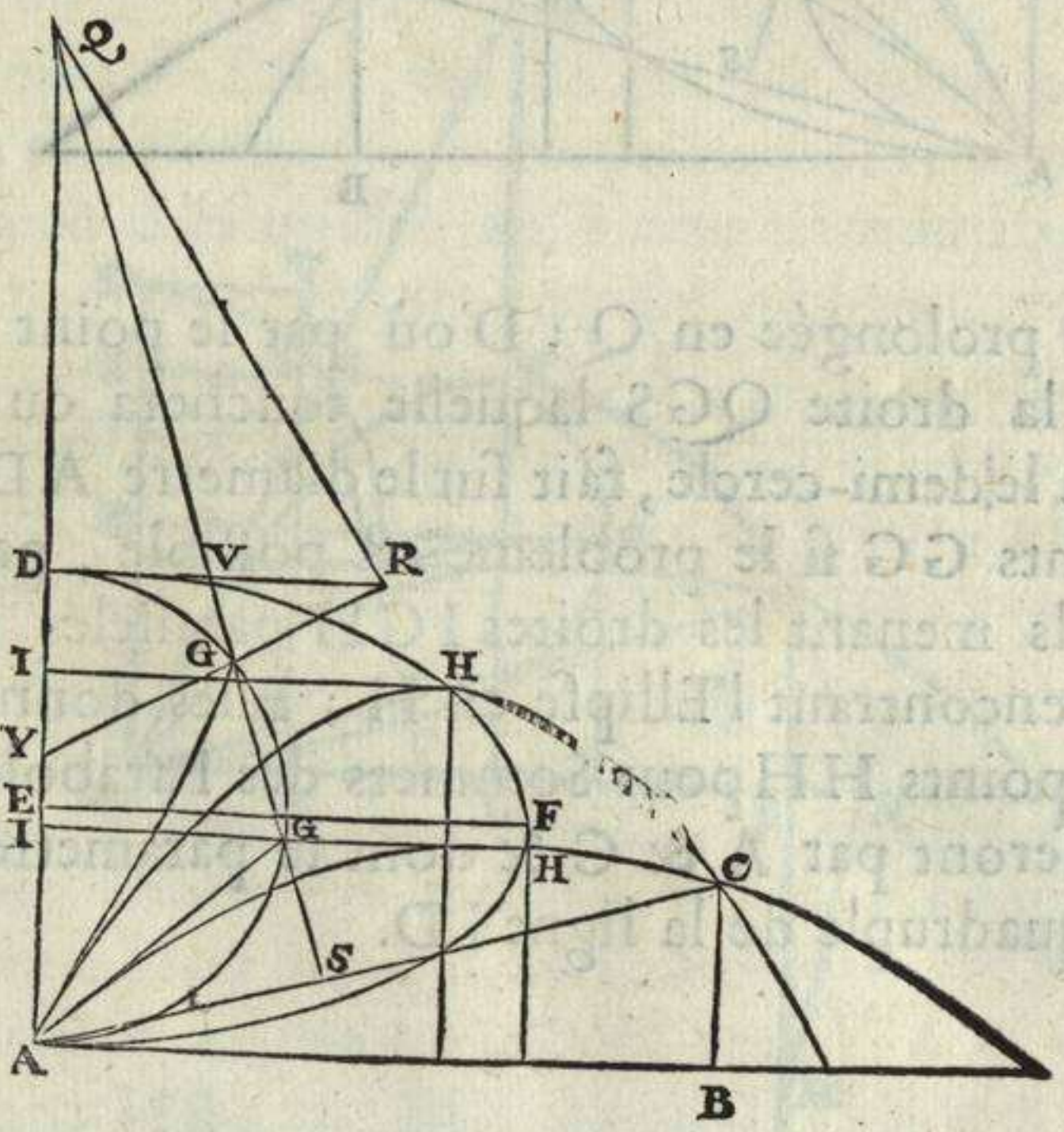
2009 Ministerio de Cultura

L IV. V.
CHAP. V.
Resolution du probleme par Mr Buot.

CHAPITRE V.

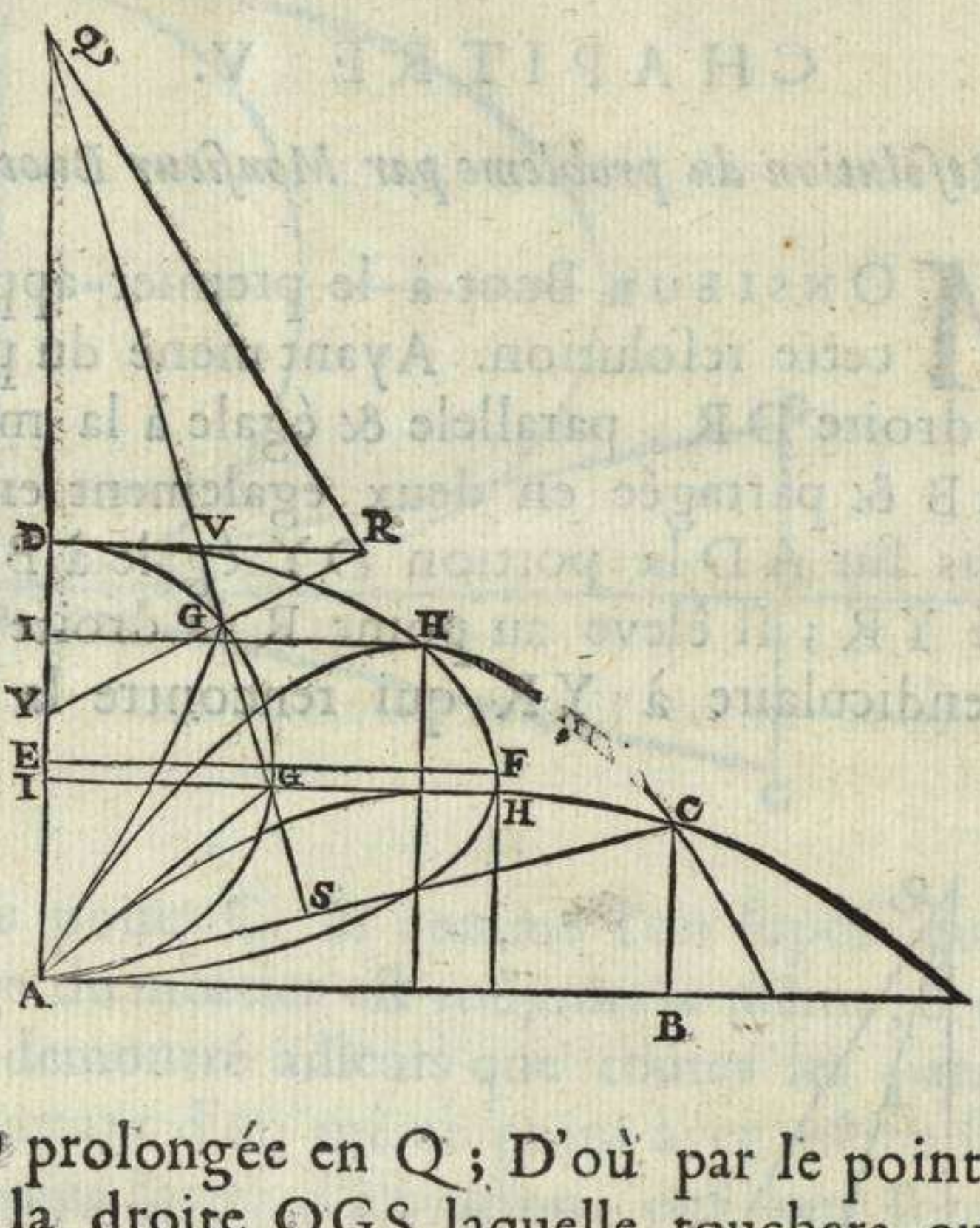
Resolution du probleme par Monsieur Buot.

MONSIEUR Buot à le premier apporté cette resolution. Ayant mené du point D la droite DR, parallele & égale à la moitié de AB & partagée en deux également en V; Et pris sur AD la portion DY égale à BC & mené YR; Il êleve au point R la droite RQ perpendiculaire à YR qui rencontre la ligne



2009 Ministerio de Cultura

LIV. V.
CHAP. V.
Reſolution du probleme par Mr Buot.



AD prolongée en Q ; D'où par le point V, il tire la droite QGS laquelle touchera ou coupera le demi-cercle, fait ſur le diametre AD, aux points GG ſi le probleme eſt poſſible, par leſquels menant les droites IGH paralleles à AB & rencontrant l'Ellipſe en H ; Elles donneront les points HH pour Sommets des Paraboles qui paſſeront par A & C & dont le parametre ſera le quadruple de la ligne ID.

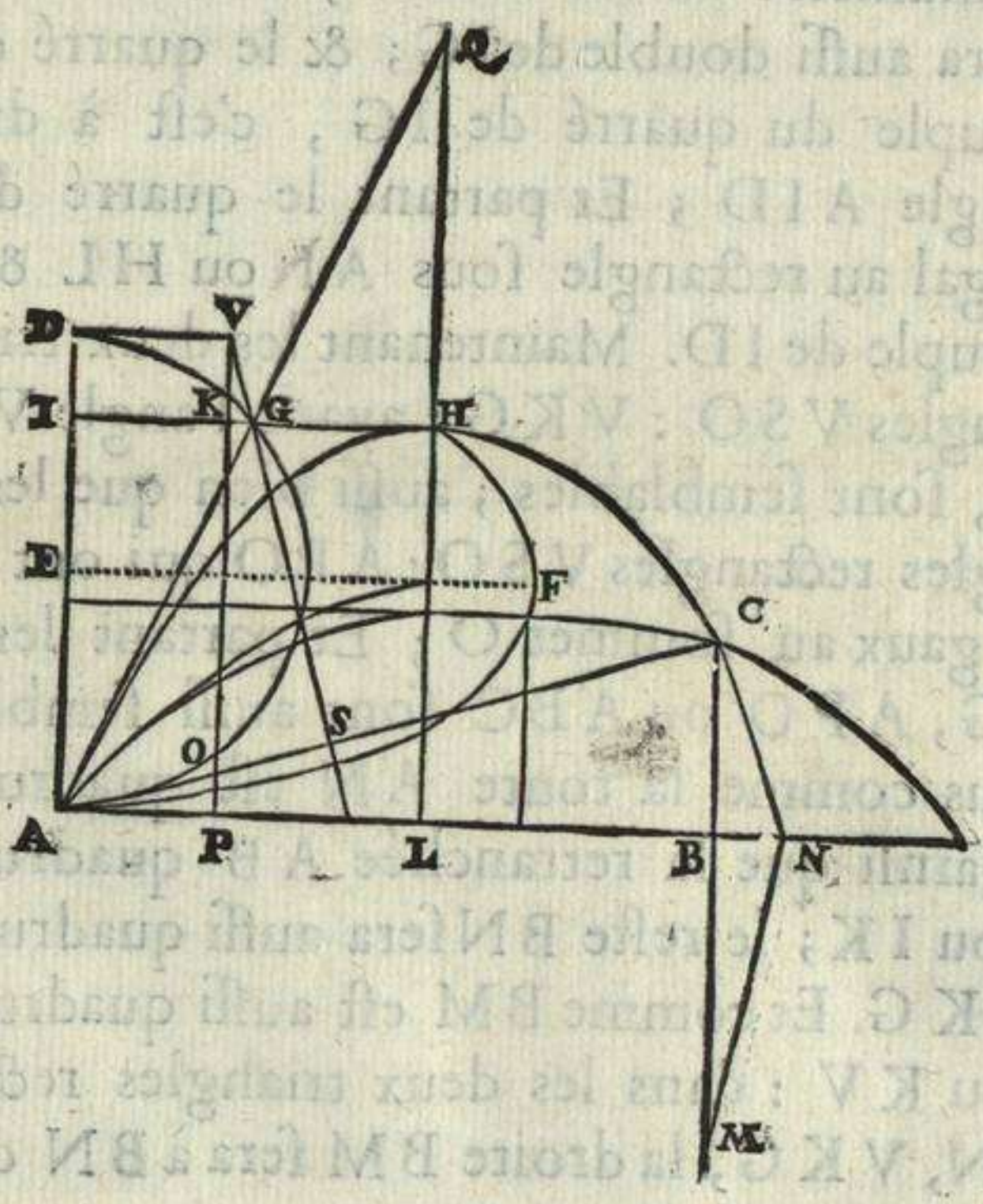
2009 Ministerio de Cultura

LIV. V. CHAP. VI. Resolution du probleme par Mr Rômer.

CHAPITRE VI.

Resolution du probleme par Monsieur Rômer.

MONSIEUR Rômer voïant par cette figure que la droite DV est le quart de AB, & VS perpendiculaire à AC; en a de beaucoup abregé la construction. Car il ne fait que mener du point D la droite DV parallele & égale au quart de la ligne AB, & du point V abaisser la droite VS perpendiculaire sur AC;



2009 Ministerio de Cultura

LIV. V. CHAP. VI. Resolution du probleme par Mr Rômer.

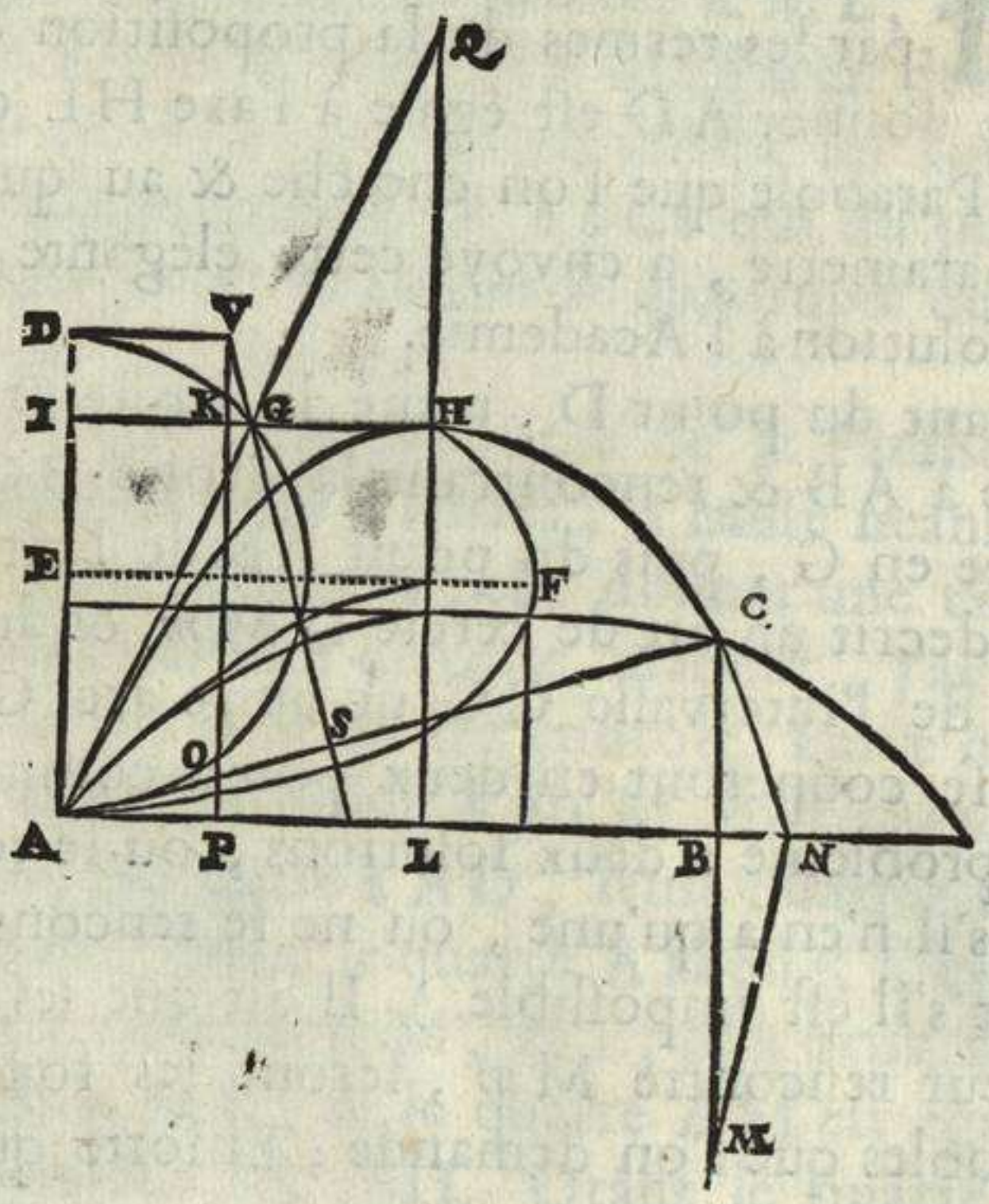
Car cette droite touchera ou coupera le demi-cercle dont le diametre est A D en des points comme G, par lesquels en menant des paralleles à A B jusqu'à l'Ellipse, elles y marqueront en H le sommet des Paraboles.

Sa demonstration est fort aisée ; supposant la Parabole decrite A H N dont le sommet est H & l'axe H L, auquel du point V il mene V P parallele coupant I G H en K, A C en O & A B en P ; Et continuant la droite C B, il prend B M, égale au quadruple de I D & mene la ligne M N. Puis il dit, l'axe de l'ellipse E F êtant double du demi-diametre du cercle E D, la droite I H ou A L sera aussi double de I G ; & le quarré de A L quadruple du quarré de I G, c'est à dire du rectangle A I D ; Et partant le quarré de A L sera égal au rectangle sous A I ou H L & B M quadruple de I D. Maintenant les deux triangles rectangles V S O : V K G : ayant l'angle V commun, sont semblables ; aussi bien que les deux triangles rectangles V S O : A P O qui ont les angles égaux au sommet O ; Et partant les deux V K G, A P O ou A B C sont aussi semblables : Deplus comme la toute A N est quadruple de I G, ainsi que la retranchée A B quadruple de D V ou I K ; le reste B N sera aussi quadruple du reste K G. Et comme B M est aussi quadruple de I D ou K V : dans les deux triangles rectangles M B N, V K G, la droite B M sera à B N comme

2009 Ministerio de Cultura

VK à KG. Mais comme VK eſt à KG, ainſi AB eſt à BC; Donc AB eſt à BC comme BM eſt à BN. Et partant les deux rectangles ABN, CBM ſont égaux. Mais nous avons fait voir que le quarré AL c'eſt à dire le rectangle ALN eſtoit auſſi égal au rectangle HL, BM: Donc en permutant le rectangle ALN ſera au rectangle ABN, comme le rectangle HL, BM eſt à CBM, c'eſt à dire comme la droite HL eſt à CB; Et partant, comme il a été demontré par Archimede, la parabole AHN dont le ſommet eſt dans l'Ellipſe en H & le parametre quadruple de

LIV. V. CHAP. VII. Reſolution du probleme par Mr Rômer.



2009 Ministerio de Cultura

LIV. V. CHAP. VI. Resolution du probleme par Mr Rômer.

la ligne I D, passera par le point donné C.

L'on peut voir que A G est la touchante en A de la même Parabole A G N. Car étant continuée en Q, où elle rencontre l'axe L H prolongé, H G étant égale à I G dans les triangles semblables Q H G, A I G; A I ou H L sera aussi égale à H Q.

CHAPITRE VII.

Resolution du probleme par Monsieur de la Hire.

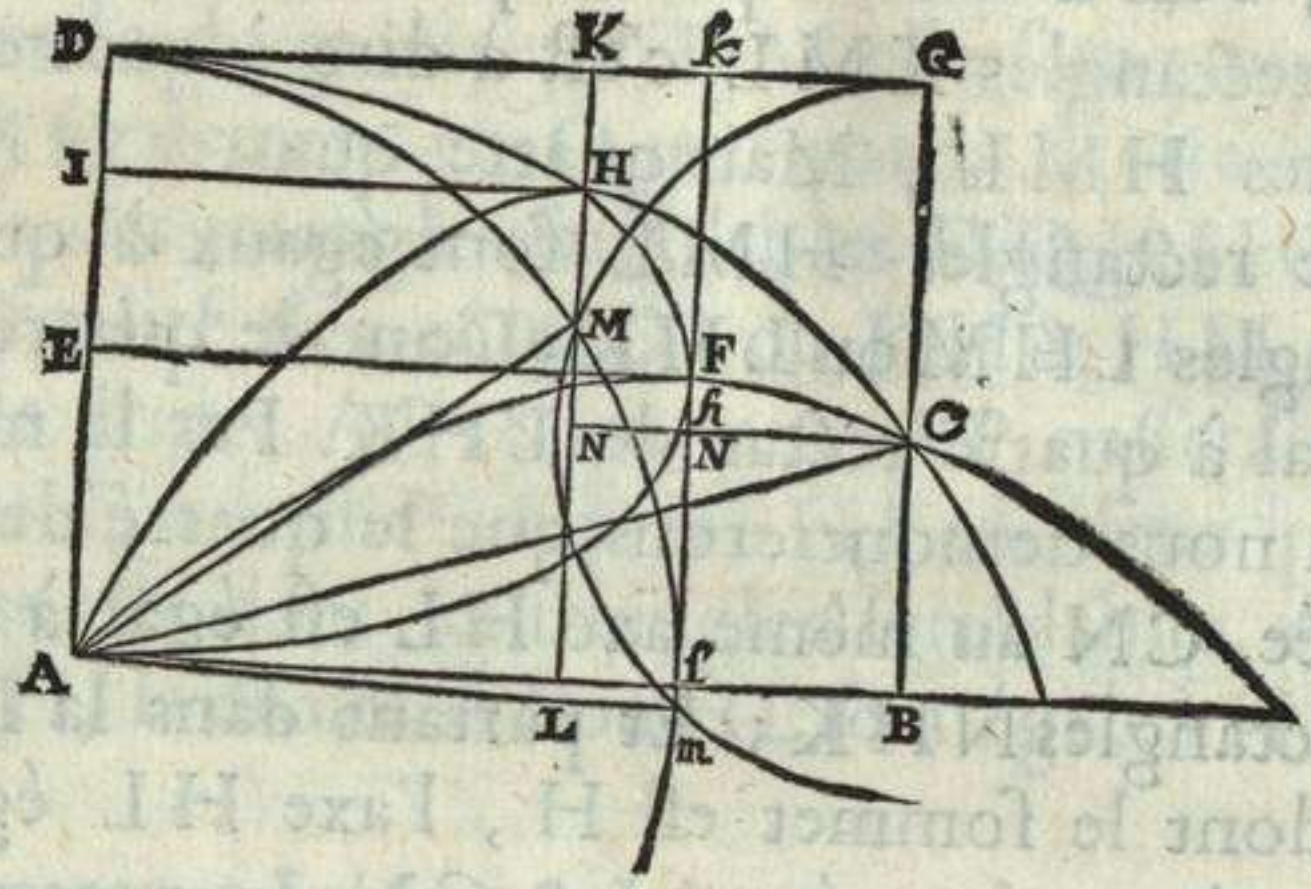
CHAP. VII. Resolution du problême par Mr de la Hire.

MONSIEUR de la Hire aprés avoir vû par les termes de la proposition que la droite donnée A D est égale à l'axe H L ou A I de la Parabole que l'on cherche & au quart de son parametre, a envoyé cette élegante & facile solution à l'Academie.

Ayant du point D, mené la droite D G parallele à A B & rencontrant la droite B C prolongée en G, puis du point A & de l'intervalle A D decrit un arc de cercle D M *m*, & du point C & de l'intervalle C G un autre arc G M *m*, (qui se couperont en deux points comme M *m* si le probleme à deux solutions, ou se toucheront s'il n'en a qu'une, ou ne se rencontreront point s'il est impossible.) Il dit que les points de leur rencontre M *m*, seront les foyers des Paraboles que l'on demande; Ensorte que menant

2009 Ministerio de Cultura

LIV. V. CHAP. VII. Resolution du probleme par Mr de la Hire.



nant par ces points les droites K M L, *k m l* paralleles à A D, & coupant K M, *k m* en deux également en H, *h* ; ces points seront les sommets des paraboles A H C O, A *h* C *o* qui du point A passeront par C & auront le quadruple de K H: *k h* : pour parametres.

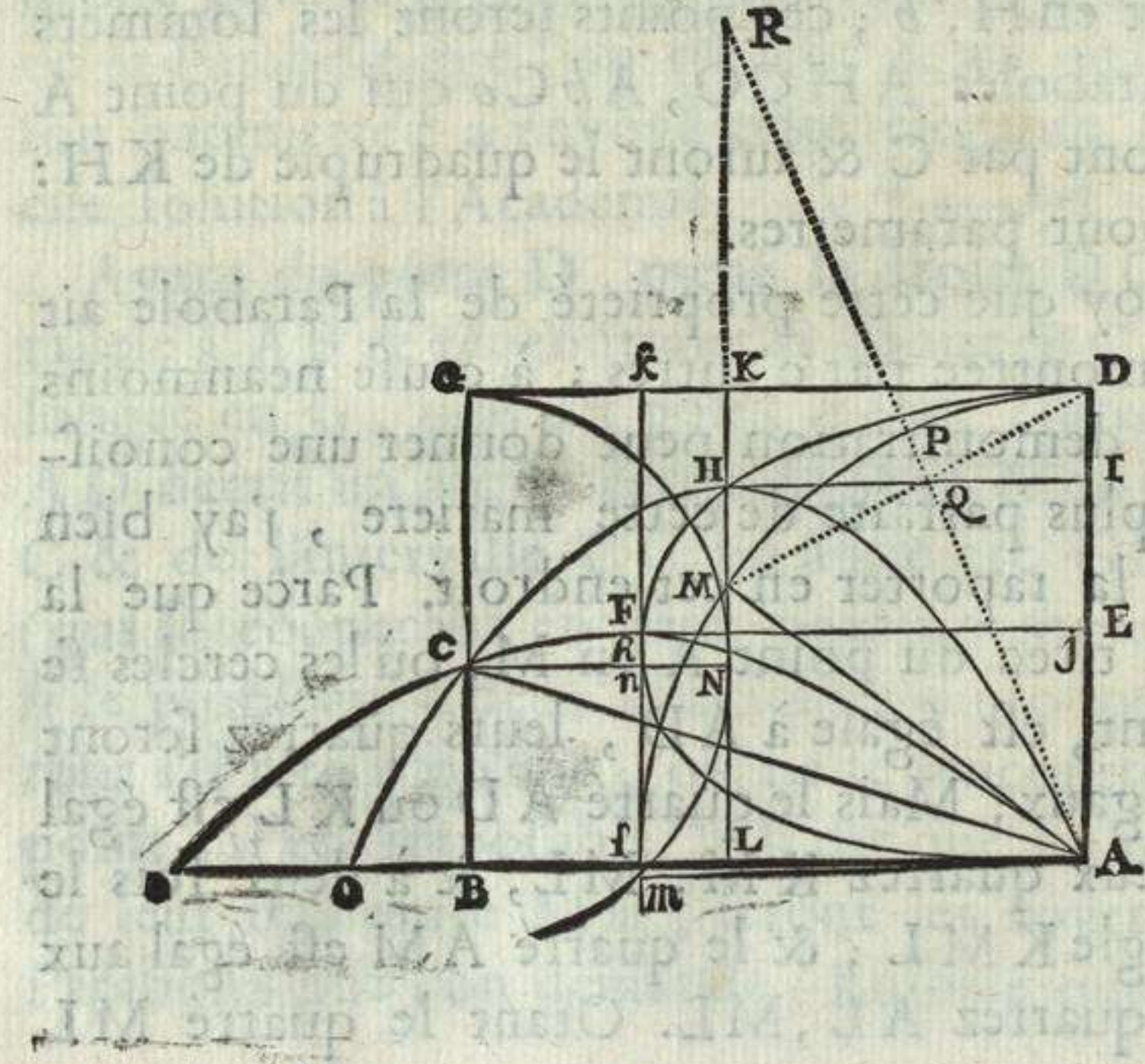
Quoy que cette proprieté de la Parabole ait été demontrée par d'autres ; à cause neanmoins que la demonstration peut donner une conoissance plus parfaite de cette matiere, j'ay bien voulu la raporter en cet endroit. Parce que la droite tirée du point A en M, où les cercles se coupent, est égale à A D, leurs quarrez seront aussi égaux ; Mais le quarré A D où K L est égal aux deux quarrez K M, M L, & à deux fois le rectangle K M L ; & le quarré A M est égal aux deux quarrez A L, M L. Otant le quarré M L

2009 Ministerio de Cultura

LIV. V. CHAP. VII. Resolution du probleme par Mr de la Hire.

commun ; le quarré AL ſera égal au quarré KM, c'eſt à dire à quatre quarrez HM, & à deux rectangles KML c'eſt à dire à quatre rectangles HML ; Mais quatre quarrez HM & quatre rectangles HML ſont égaux à quatre rectangles LHM ou LHK ; Donc le quarré AL eſt égal à quatre rectangles LHK. Par la même raiſon nous demontrerons que le quarré de l'ordonnée CN au même axe HL eſt égal à quatre rectangles NHK ; Et partant dans la Parabole dont le ſommet eſt H, l'axe HL égal à AI, & les ordonnées AL & CN : Le parametre eſt quadruple de KH ou ID.

Je dis deplus que coupant l'arc DM en deux



2009 Ministerio de Cultura

également en P, la droite A P R sera la tangente en A de la Parabole A H O. Car ayant mené la corde du meme arc D M elle sera coupée en deux également en Q tant par la droite H I, (à cause des triangles semblables D Q I, H Q M & de l'égalité des côtez D I ou K H & H M,) que par la droite A P: & partant A P passera par le point Q où elle coupera H I en deux parties égales: & dans les triangles semblables A Q I: R Q H, la droite A I ou H L sera égale à H R.

LIV. V CHAP. VII. Resolution du probleme par Mr de la Hire.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VI.

LIVRE SIXIE'ME.

Demonſtration des pratiques par les Sinus.

CHAPITRE PREMIER.

Demonſtration de la premiere pratique par les ſinus.

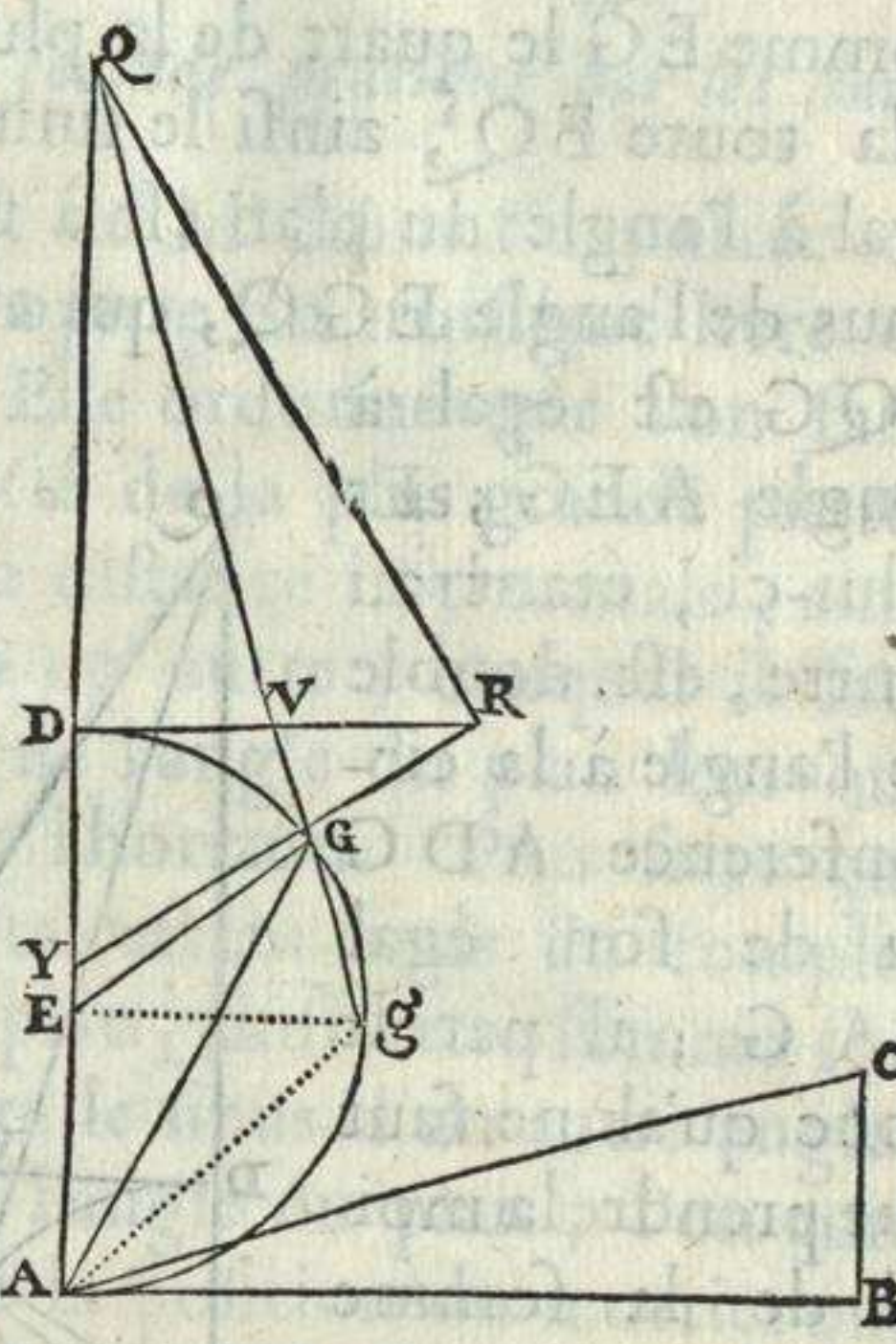
CHAP I. Demonſtration de la premiere pratique par les ſinus.

POUR venir maintenant à l'explication des pratiques que nous avons enſeignées dans la ſeconde partie de ce Livre au ſujet des portées qui ſe font ſur des plans inclinez au deſſus ou au deſſous du niveau des Batteries ; Nous dirons que la premiere de toutes, raportée au quatriéme Chapitre du troiſiéme livre de la ſeconde partie, eſt celle qui ſe fait en diviſant le quarré de la moitié de la diſtance horizontale par la hauteur perpendiculaire & ajoutant au quotient le quart de la plus grande portée, pour faire enſuite par une regle de Trois que comme ce quart eſt à cette ſomme , ainſi le ſinus de l'inclination du plan eſt à une autre ; laquelle nous donnera le ſinus d'un angle , auquel ſi nous ajoutons le même angle de l'inclination du plan ; la moitié de la ſomme des deux nous donnera l'angle de la poſition du mortier que nous demandions.

2009 Ministerio de Cultura

Cette premiere pratique, dis-je, eſt fondée ſur la figure de Mr Buot dont nous avons parlé cy-devant, dans laquelle la droite DR étant la moitié de la diſtance horizontale AB, & DV moitié de DR; la ligne DV eſt le quart de AB; Et le rectangle ABDV eſt égal au quarré DR: Mais l'angle YRQ êtant droit, le même quarré DR eſt égal au rectangle YDQ, c'eſt à dire au rectangle QD: BC:, (car DY a êtê priſe égale à BC;) Donc les deux rectangles AB, DV, & QD, BC ſont égaux, & partant AB eſt à BC comme QD eſt à DV; Et les angles aux points D & B etant droits, les triangles ABC: QDV ſont ſemblables, & l'angle DQV égal à l'angle du plan BAC.

LIV. VI. CHAP. I. Demonſtration de la premiere pratique par les ſinus.

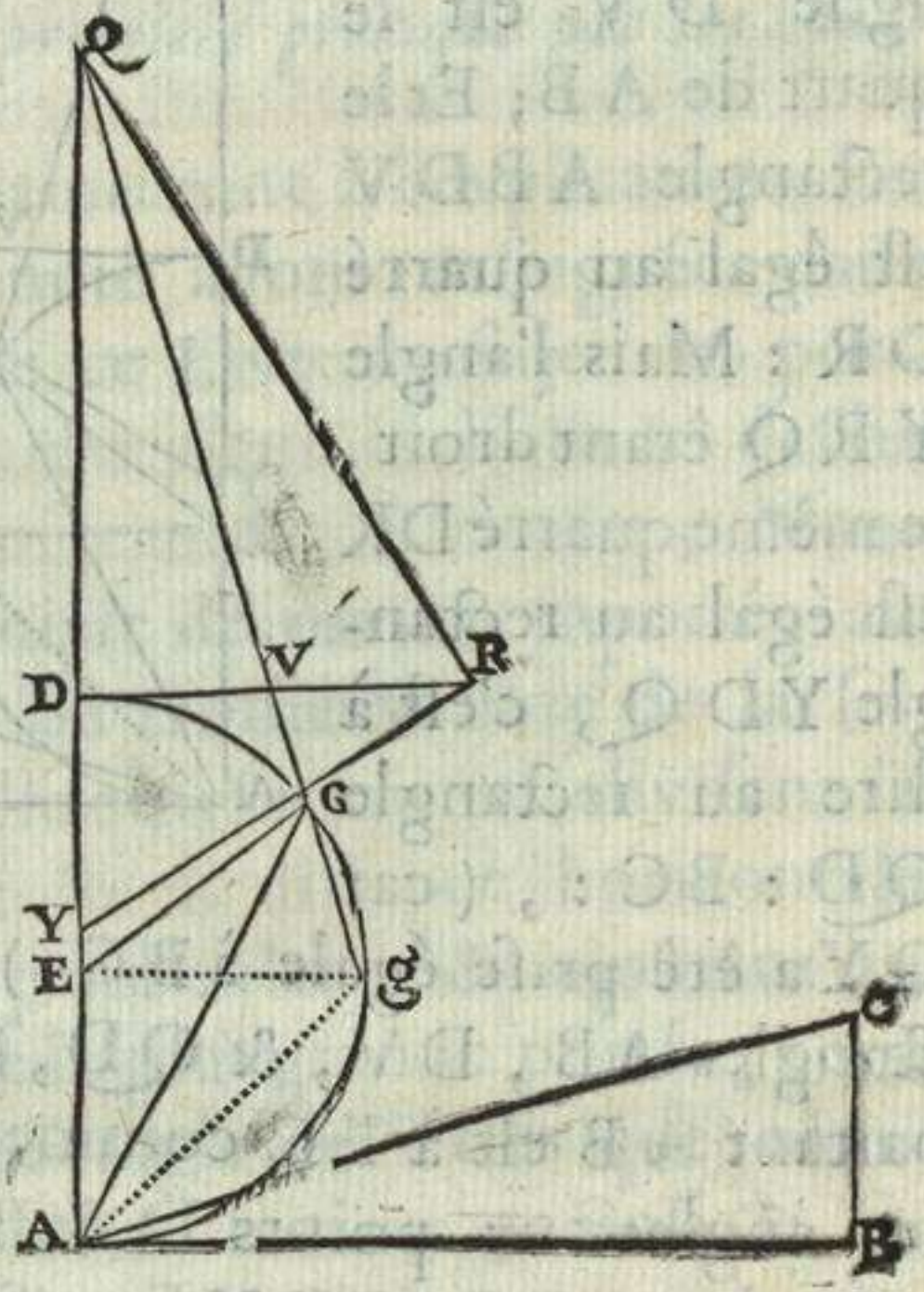


Maintenant le quarré DR étant égal au rectangle QD, BC; ſi je diviſe le quarré DR moitié de la longueur horizontale AB par la hauteur perpendiculaire BC; j'auray la droite QD;

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VI. CHAP. I. Demonſtration de la premiere pratique par les ſinus.

A quoy ſi j'ajoute la longueur E D, qui eſt le quart de la plus grande portée, il me viendra la toute E Q; & faiſant dans le triangle Q E G que comme E G le quart de la plus grande portée eſt à la toute E Q, ainſi le ſinus de l'angle E Q G égal à l'angle du plan eſt à un autre, j'auray le ſinus de l'angle E G Q, qui avec l'angle du plan E Q G eſt égal à l'angle A E G; Et celui-ci, étant au centre, eſt double de l'angle à la circonference A D G ou de ſon égal B A G; il paroit donc qu'il ne faut que prendre la moitié de la ſomme des deux angles D Q G & E G Q pour avoir l'angle B A G qui eſt celui de la poſition du mortier que l'on recherche.



2009 Ministerio de Cultura

L. IV. VI. CHAP. II. Demonſtration de la ſeconde pratique par les ſinus.

CHAPITRE II.

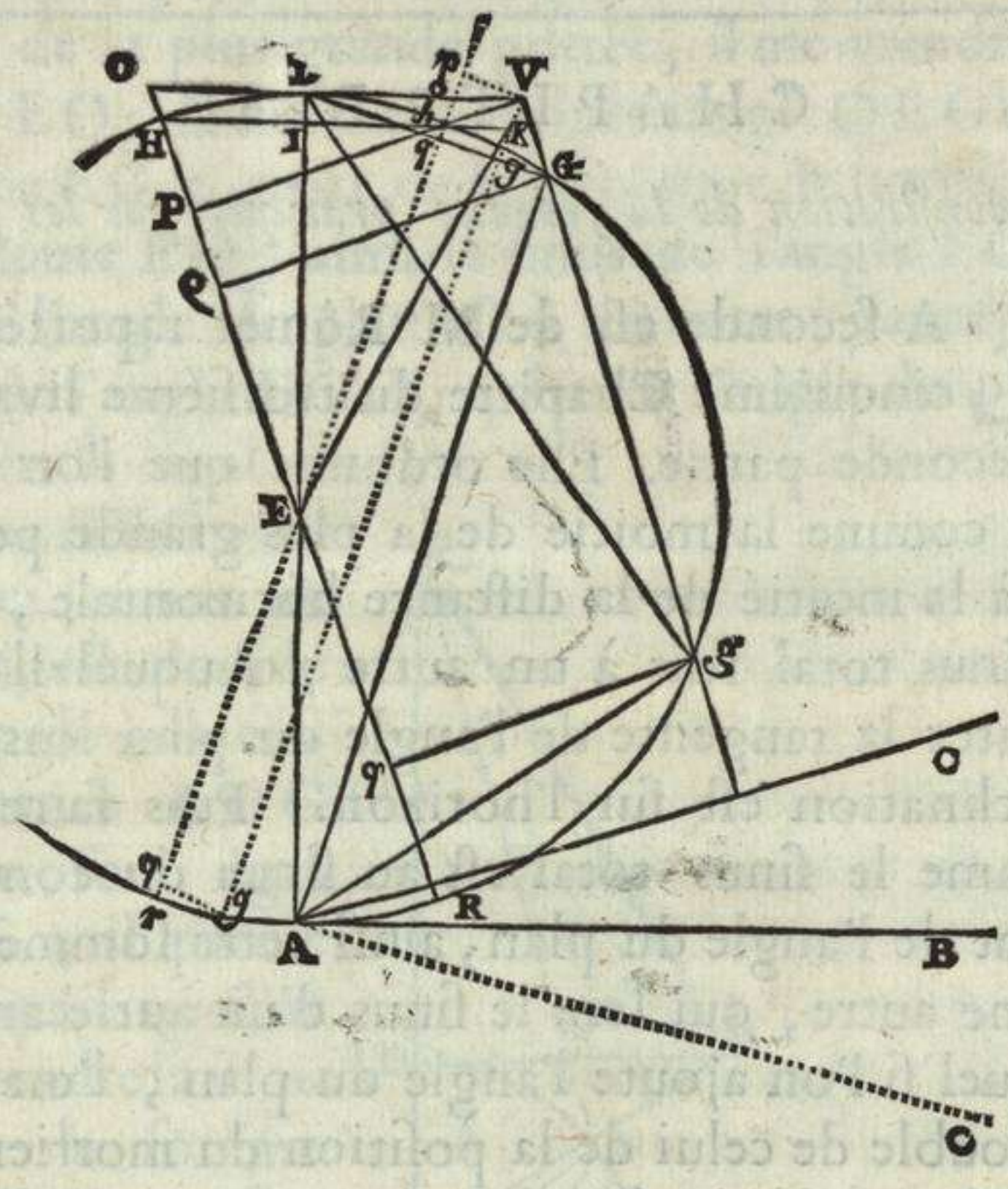
Demonſtration de la ſeconde pratique par les ſinus.

LA ſeconde eſt de Mr Rômer raportée au cinquiéme Chapitre du troiſiéme livre de la ſeconde partie. Elle ordonne que l'on faſſe que comme la moitié de la plus grande portée eſt à la moitié de la diſtance horizontale, ainſi le ſinus total ſoit à un autre ; Auquel il faut ajouter la tangente de l'angle du plan lors que l'inclination eſt ſur l'horizon. Puis faire que comme le ſinus total eſt au ſinus du complement de l'angle du plan, ainſi cette ſomme ſoit à une autre, qui ſera le ſinus d'un autre angle; auquel ſi l'on ajoute l'angle du plan, l'on aura le double de celui de la poſition du mortier que l'on demande. Si l'inclination eſt au deſſous il faut ôter ce que l'on ajoute lors qu'elle eſt au deſſus.

La demonſtration s'en voit dans cette figure, dans laquelle A D diametre du cercle perpendiculaire à l'horizon eſt toûjours la moitié de la plus grande portée, D V le quart de la diſtance horizontale, & V G coupe le cercle en G, deſorte que l'angle B A G eſt celui de la poſition du mortier. Il faut mener le diametre O R faiſant avec D A l'angle O E D égal à celui du plan

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. II. Demonſtration de la ſeconde pratique pour les ſinus.



B A C & continuer la droite V D en O, & mener V P, G Q perpendiculaires à O R. Cela poſé E D eſt à D V comme A D moitié de la plus grande portée eſt au double de D V c'eſt à dire à la moitié de la diſtance horizontale: Si donc l'on fait que comme la moitié de la plus grande portée eſt à la moitié de la diſtance horizontale, ainſi le ſinus total E D eſt à un autre; Nous aurons la droite D V en parties égales à celles

des

2009 Ministerio de Cultura

des sinus, & ajoutant la droite D O c'est à dire la tangente de l'angle du plan, l'on a en parties des sinus la toute O V. Maintenant les deux triangles rectangles O P V, O D E ayant un angle commun au point O sont semblables, & l'angle O V P est égal à O E D c'est à dire à l'angle du plan. Deplus si dans le triangle rectangle V P O nous prenons V P pour sinus total, V O sera la secante de l'angle O V P: mais comme la secante d'un angle est au sinus total, ainsi le sinus total est au sinus du complement du même angle; Si donc nous faisons que comme le sinus total est au sinus du complement de l'angle du plan; ainsi O V est à un autre, nous aurons la droite V P & son égale G Q sinus de l'angle G E R; auquel ajoutant l'angle du plan A E R, il vient l'angle du centre A E G double de l'angle à la circonference A D G ou de son égal B A G qui est celui que l'on recherche.

LIV. VI. CHAP. II. Demonstration de la seconde pratique par les sinus.

Si le plan étoit incliné sous l'horizon, il faudroit mener la droite *o* E *r* de l'autre part, & lui tirer les perpendiculaires V *p*: & *g q*: Puis ayant trouvé la droite D V en ôter D *o* tangente de l'angle du plan D E *o*, & par le moïen du reste *o* V trouver la droite V *p* ou *g q* sinus de l'angle *r* E *g*; d'où ôtant le même angle du plan A E *r*, il reste l'angle A E *g* double de B A *g*: que l'on recherche pour la position du mortier.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VI. CHAP. III. Demonſtration de la troiſiéme pratique par les ſinus.

CHAPITRE III.

Demonſtration de la troiſiéme Pratique par les ſinus.

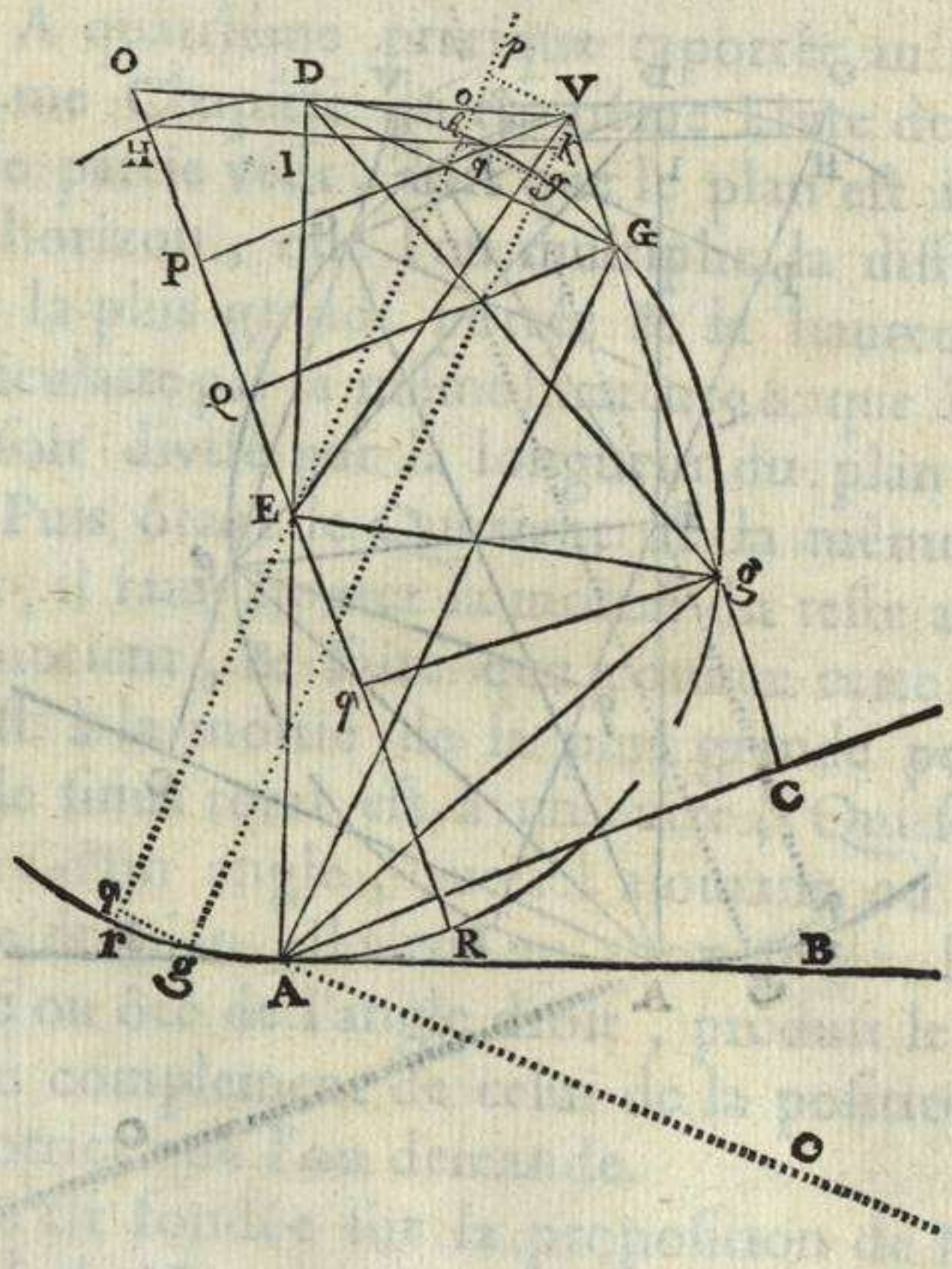
LA troiſiéme eſt auſſi de Mr. Rômer rapportée au ſixiéme Chapitre du troiſiéme livre de la ſeconde partie. Par laquelle il faut multiplier le ſinus du complement de l'angle du plan par la diſtance horizontale, & diviſer le produit par la plus grande portée, pour avoir au quotient un certain nombre; Puis ajoutant à ce nombre le ſinus du même angle du plan s'il eſt incliné ſur l'horizon, ou l'ôtant s'il eſt au deſſous, l'on aura le ſinus d'un angle; aprés quoi il faut à cet angle ajouter ou ôter l'angle du plan, pour avoir le double de celui de la poſition du mortier que l'on demande.

En voici la demonſtration dans la même figure; Aprés avoir mené la droite HIK paralels à VO, ſi l'on poſe ED ſinus total, HI ſera le ſinus de l'angle du plan HEI, & EI le ſinus de ſon complement. Et comme ED eſt un quart de la plus grande portée, ainſi que DV le quart de la diſtance horizontale; Il paroit que DE eſt à DV comme la plus grande portée eſt à la diſtance horizontale; Mais comme DE eſt à DV, ainſi EI eſt à IK, il s'enſuit que la plus grande portée, la diſtance horizontale, le ſinus du com-

2009 Ministerio de Cultura

plement de l'angle du plan, & la droite I K en parties égales à celles des ſinus, ſont quatre quantitez continuellement proportionelles ; Et pour avoir I K, il ne faut que multiplier la diſtance horizontale par le ſinus du complement de l'angle du plan, & diviſer le produit par la plus grande portée. Deplus ſi l'on ajoute à I K la droite I H, c'eſt à dire le ſinus du même angle du plan (ſi l'inclination eſt ſur l'horizon,)

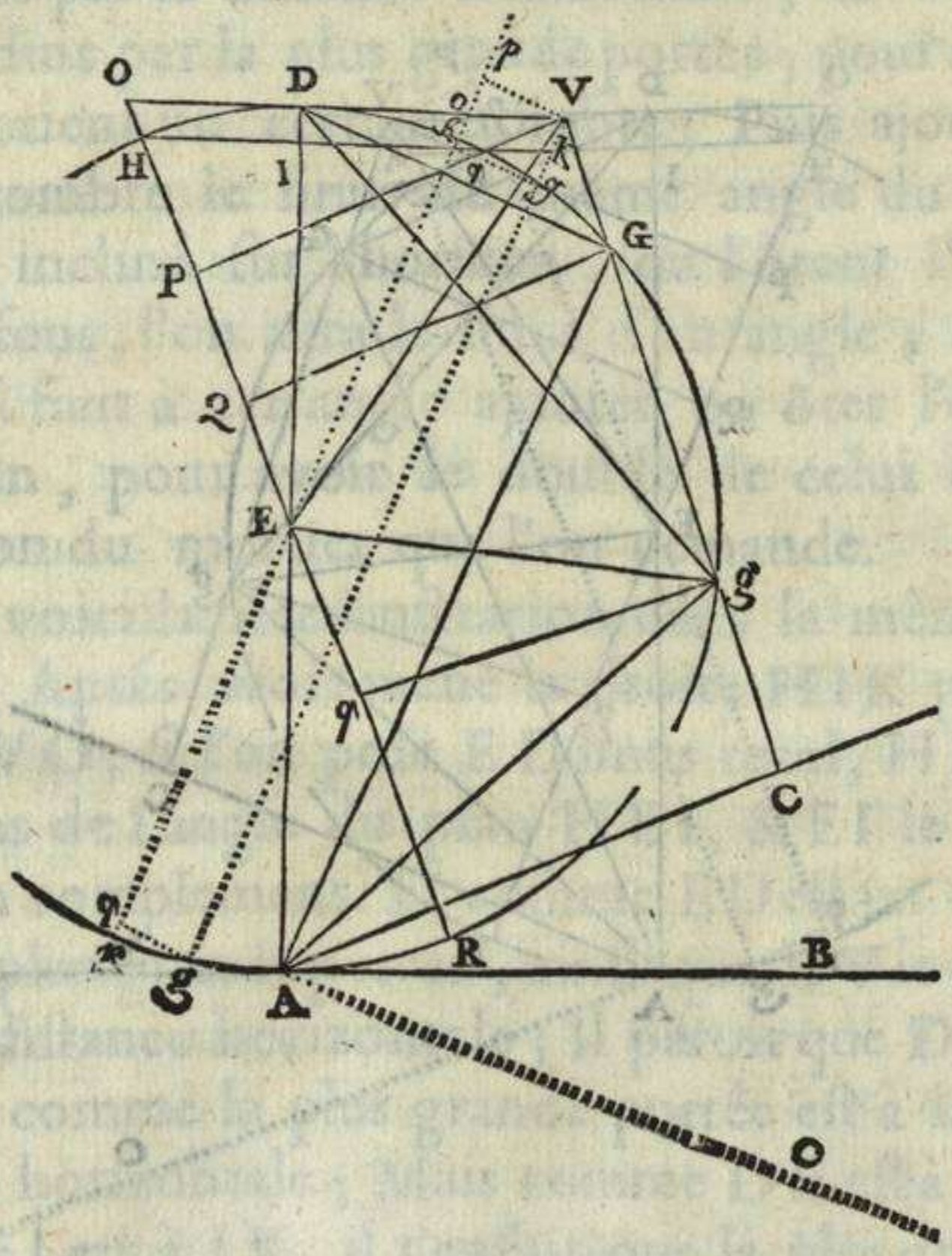
LIV. VI. CHAP. III. Demonſtration de la troiſiéme pratique par les ſinus.



2009 Ministerio de Cultura

LIV. VI. CHAP. III. Demonſtration de la troiſiéme pratique par les ſinus,

l'on aura la toute HK; laquelle eſt égale à VP, car OV eſt à HK comme DE ou HE eſt à EI; Mais comme HE eſt à EI, ainſi OV eſt à VP, à cauſe que les triangles HEI ou OED & OVP ſont ſemblables; Donc OV a même raiſon à HK & à VP; Et partant HK eſt égale à VP c'eſt à dire à GQ: gq: ſinus de l'angle REG: REg: auquel angle ſi l'on ajoute l'angle du plan AER, l'on aura l'angle AEG, AEg double



2009 Ministerio de Cultura

de BAG, BAg qui eſt celui de la poſition du mortier que l'on demande. C'eſt la même demonſtration lors que l'inclination du plan eſt au deſſous de l'horizon.

LIV. VI. CHAP. III. Demonſtration de la troiſiéme pratique par les ſinus.

CHAPITRE IV.

Demonſtration de la quatriéme pratique par les ſinus.

CHAP. IV. Demonſtration de la quatriéme pratique par les ſinus.

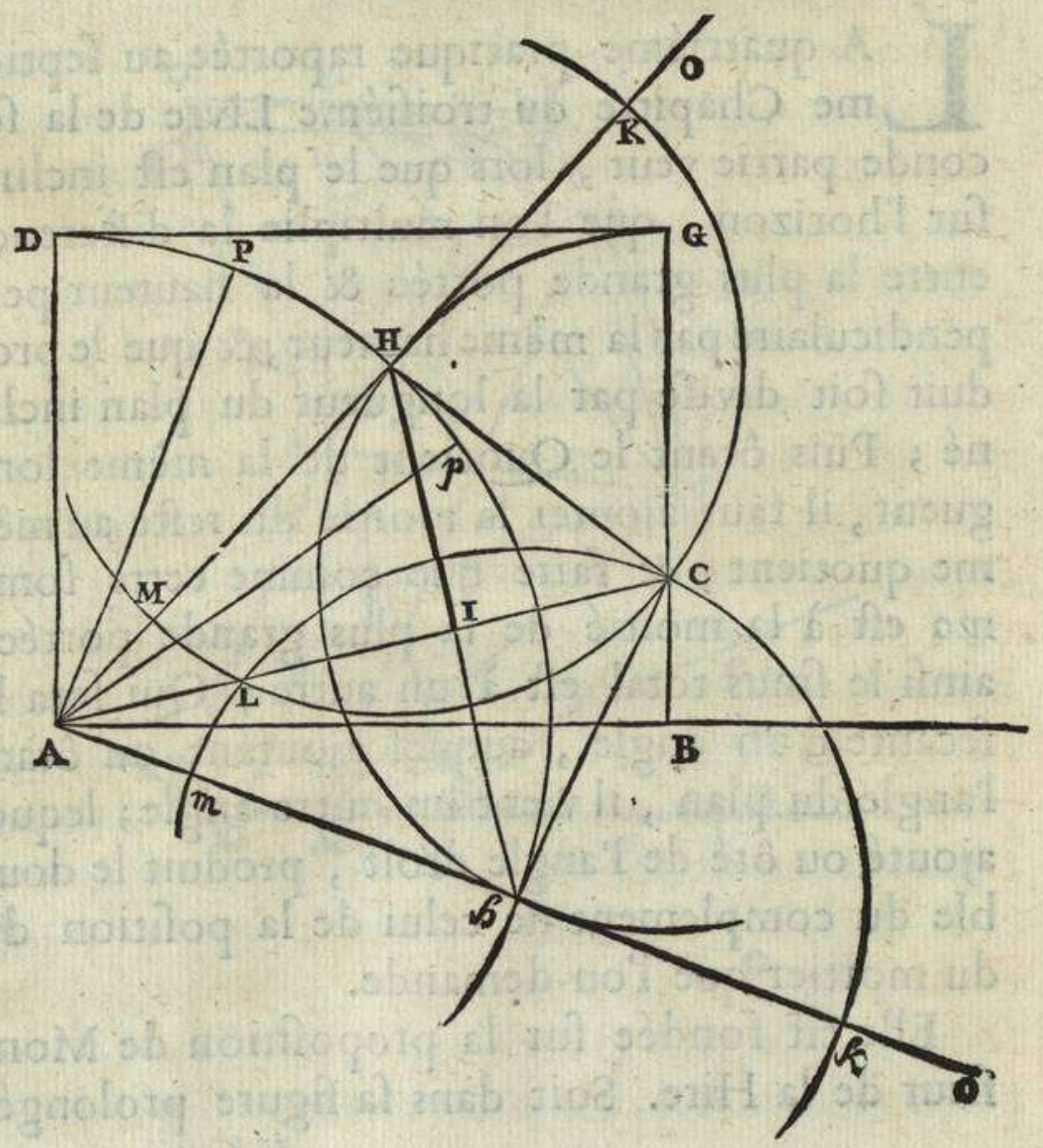
LA quatriéme pratique raportée au ſeptiéme Chapitre du troiſiéme Livre de la ſeconde partie veut, lors que le plan eſt incliné ſur l'horizon, que l'on multiplie la difference entre la plus grande portée & la hauteur perpendiculaire par la même hauteur, & que le produit ſoit diviſé par la longueur du plan incliné ; Puis ôtant le Quotient de la même longueur, il faut ajouter la moitié du reſte au même quotient, & faire que comme cette ſomme eſt à la moitié de la plus grande portée, ainſi le ſinus total eſt à un autre ; Qui ſera la ſecante d'un angle, auquel ajoutant ou ôtant l'angle du plan, il vient un autre angle ; lequel ajouté ou ôté de l'angle droit, produit le double du complement de celui de la poſition du du mortier que l'on demande.

Elle eſt fondée ſur la propoſition de Monſieur de la Hire. Soit dans ſa figure prolongée

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VI. CHAP. III. Demonſtration de la quatriéme pratique par les ſinus.

la droite A H juſqu'en O, enſorte que H O ſoit égale à A H ; Puis du point H comme centre & de l'intervalle H C, ſoit fait le cercle K C L M qui coupera A C en L & A O en M & K ; Puis du point H ſoit menée H I perpendiculaire à A C. Cela poſé : comme A O eſt double de A D ou B G, & M K double de H C ou C G ; les droites A M, K O ſont chacune égale à B C. Deplus A D étant le plus grand jet perpendiculaire, A O



2009 Ministerio de Cultura

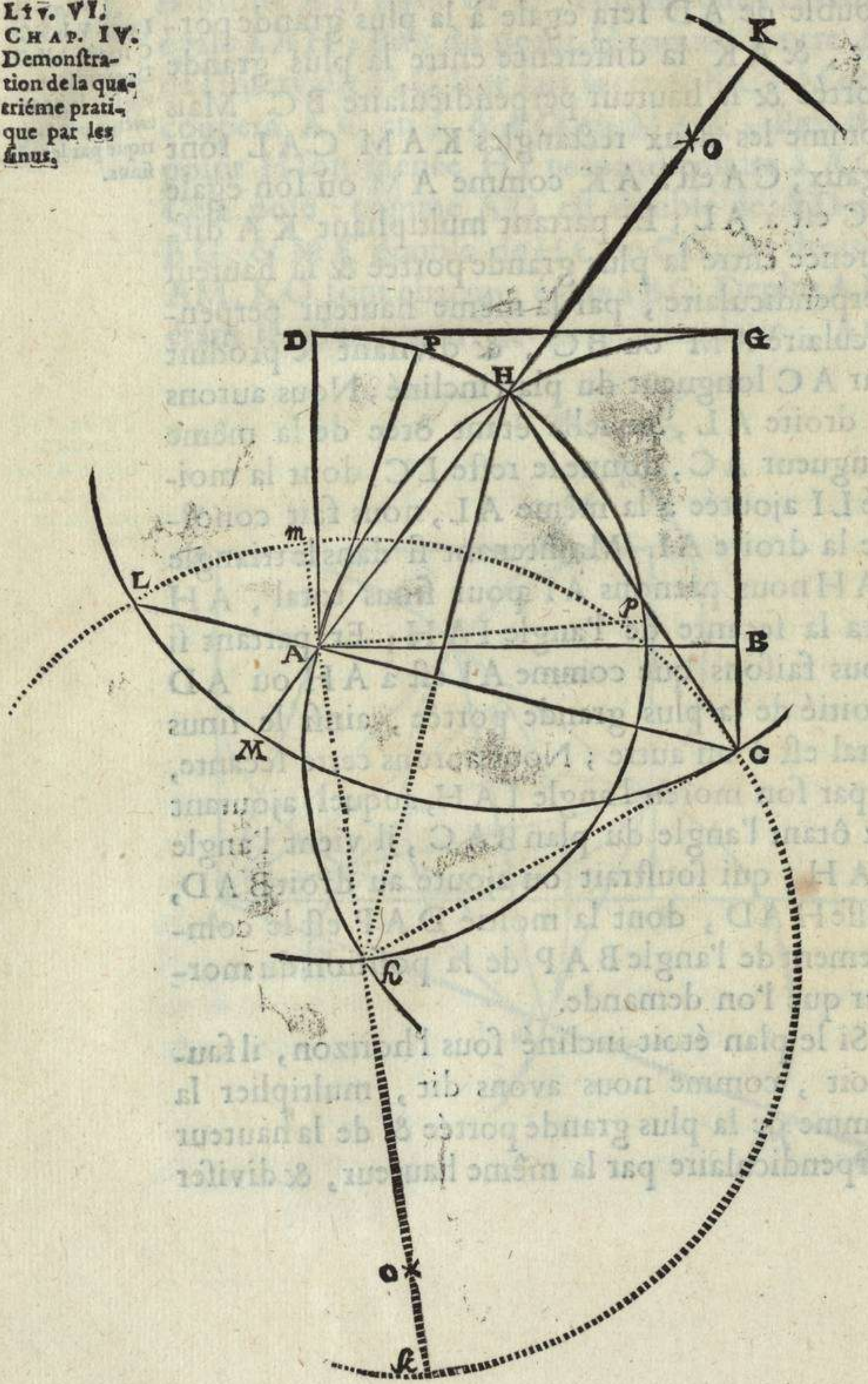
double de AD ſera égale à la plus grande portée, & AK la difference entre la plus grande portée & la hauteur perpendiculaire BC. Mais comme les deux rectangles KAM CAL ſont égaux, CA eſt à AK comme AM où ſon égale BC eſt à AL ; Et partant multipliant KA difference entre la plus grande portée & la hauteur perpendiculaire, par la même hauteur perpendiculaire AM ou BC, & diviſant le produit par AC longueur du plan incliné ; Nous aurons la droite AL, laquelle êtant ôtée de la même longueur AC, donne le reſte LC ; dont la moitié LI ajoutée à la même AL, nous fait conoître la droite AI. Maintenant ſi dans le triangle IAH nous prenons AI pour ſinus total, AH ſera la ſecante de l'angle IAH ; Et partant ſi nous faiſons que comme AI eſt à AH ou AD moitié de la plus grande portée, ainſi le ſinus total eſt à un autre ; Nous aurons cette ſecante, & par ſon moïen l'angle IAH, auquel ajoutant ou ôtant l'angle du plan BAC, il vient l'angle BAH, qui ſouſtrait ou ajouté au droit BAD, laiſſe HAD, dont la moitié DAP eſt le complement de l'angle BAP de la poſition du mortier que l'on demande.

LIV. VI. CHAP. IV. Demonſtration de la quatriéme pratique par les ſinus.

Si le plan étoit incliné ſous l'horizon, il faudroit, comme nous avons dit, multiplier la ſomme de la plus grande portée & de la hauteur perpendiculaire par la même hauteur, & diviſer

2009 Ministerio de Cultura

Liv. VI. CHAP. IV. Demonstration de la quatriéme pratique par les sinus.



2009 Ministerio de Cultura

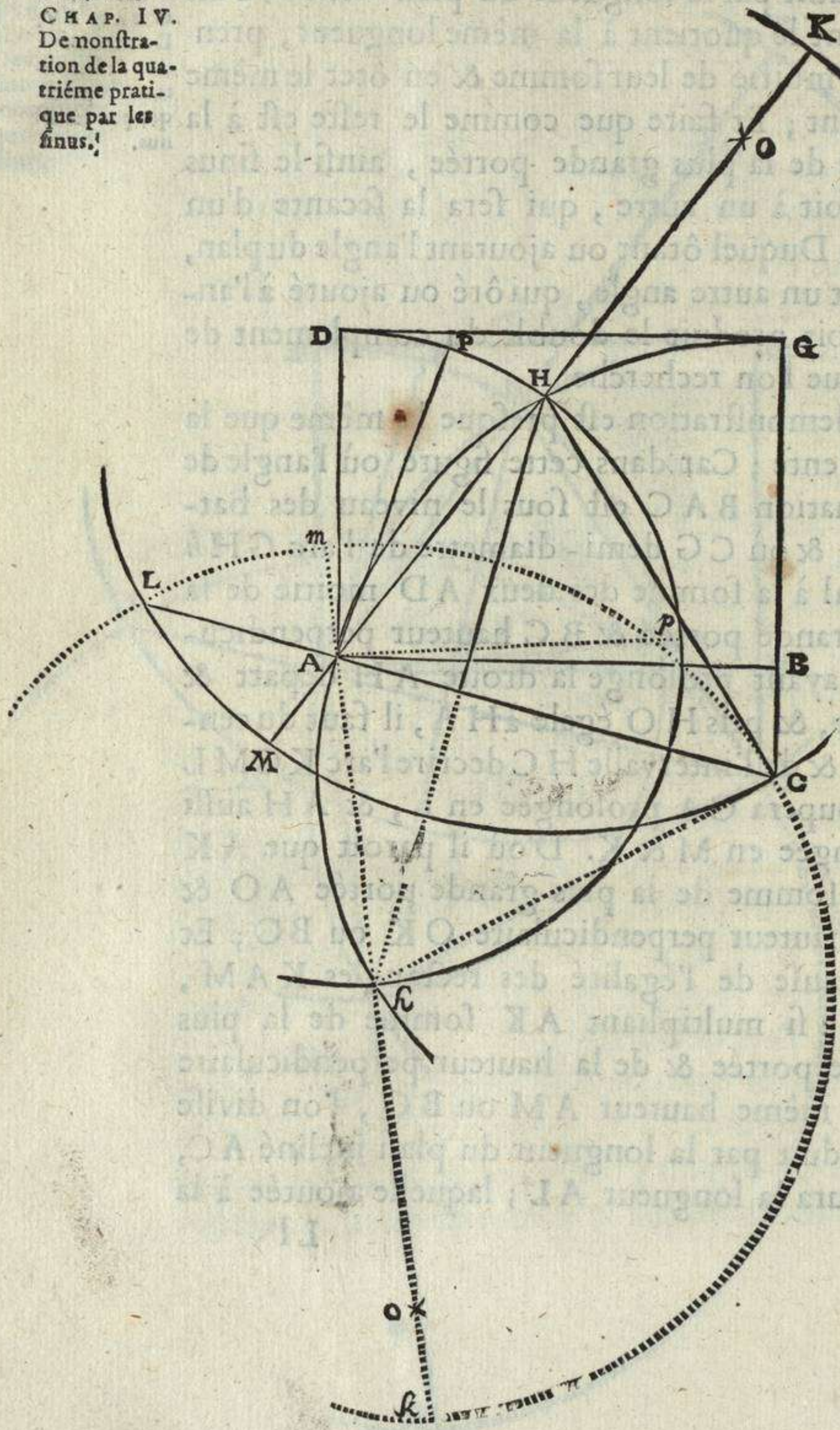
le produit par la longueur du plan incliné ; Puis ajoutant le quotient à la même longueur, prendre la moitié de leur ſomme & en ôter le même quotient ; Et faire que comme le reſte eſt à la moitié de la plus grande portée, ainſi le ſinus total ſoit à un autre, qui ſera la ſecante d'un angle ; Duquel ôtant ou ajoutant l'angle du plan, il vient un autre angle, qui ôté ou ajouté à l'angle droit produit le double du complement de celui que l'on recherche.

L. IV. VI. CHAP. IV. Demonſtration de la quatriéme pratique par les ſinus.

La demonſtration eſt preſque la même que la precedente ; Car dans cette figure où l'angle de l'inclination B A C eſt ſous le niveau des batteries, & où C G demi-diametre de l'arc G H *h* eſt égal à la ſomme des deux A D moitié de la plus grande portée & B C hauteur perpendiculaire : ayant prolongé la droite A H depart & d'autre, & pris H O égale à H A, il faut du centre H & de l'intervalle H C decrire l'arc K C M L qui coupera C A prolongée en L, & A H auſſi prolongée en M & K. D'où il paroît que A K eſt la ſomme de la plus grande portée A O & de la hauteur perpendiculaire O K ou B C ; Et qu'à cauſe de l'égalité des rectangles K A M, C A L : ſi multipliant A K ſomme de la plus grande portée & de la hauteur perpendiculaire par la même hauteur A M ou B C, l'on diviſe le produit par la longueur du plan incliné A C, l'on aura la longueur A L ; laquelle ajoutée à la

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VI.
CHAP. IV.
De nonſtration de la quatriéme pratique par les ſinus.



2009 Ministerio de Cultura

même AC donne CL, dont la moitié eſt LI; D'où ôtant la même AL, il reſte AI qui, dans le triangle AIH, étant priſe pour le ſinus total, AH ou AD moitié de la plus grande portée ſera la ſecante de l'angle IAH; duquel ôtant ou ajoutant l'angle du plan BAC, le reſte où la ſomme eſt BAH, qu'il faut ôter ou ajouter à l'angle droit BAD pour avoir l'angle DAH, dont la moitié DAP eſt le complement de l'angle BAP de la poſition du mortier que l'on demande.

LIV. VI. CHAP. IV. Demonſtration de la quatriéme pratique par les ſinus.

2009 Ministerio de Cultura

LIVRE SEPTIE'ME.

Liv VII. Demonſtration des pratiques par les inſtruments.

Demonſtration des pratiques par les inſtruments.

CHAPITRE PREMIER.

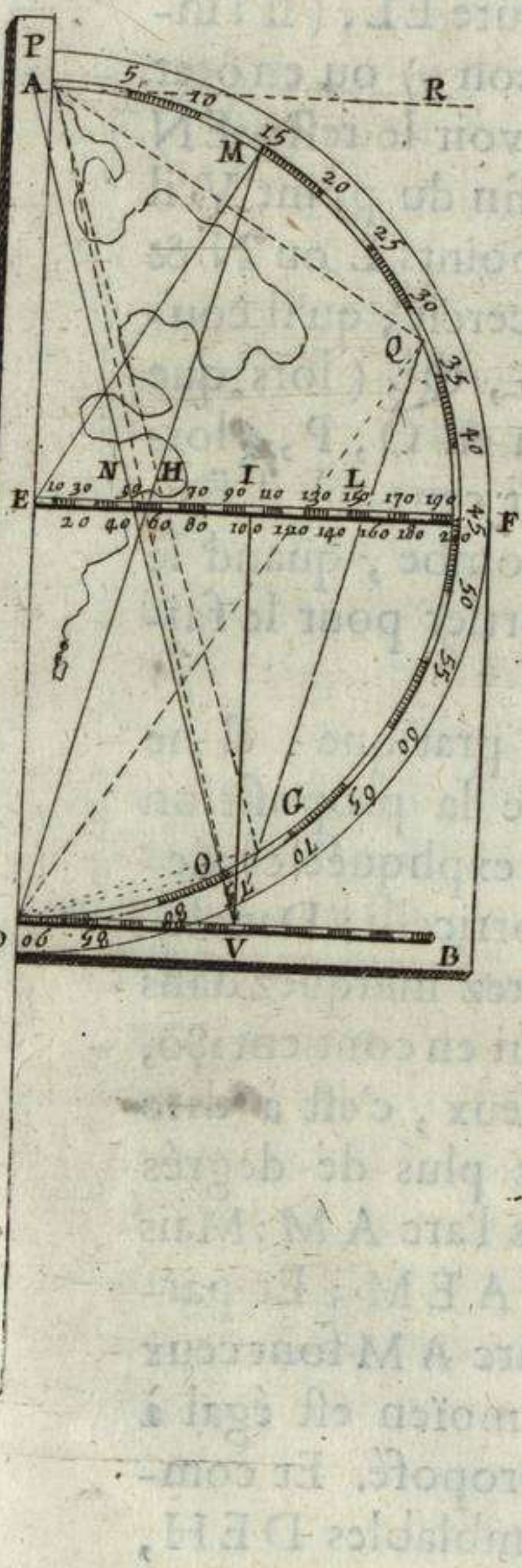
Demonſtration de la premiere pratique par le demi-cercle de Torricelli rectifié.

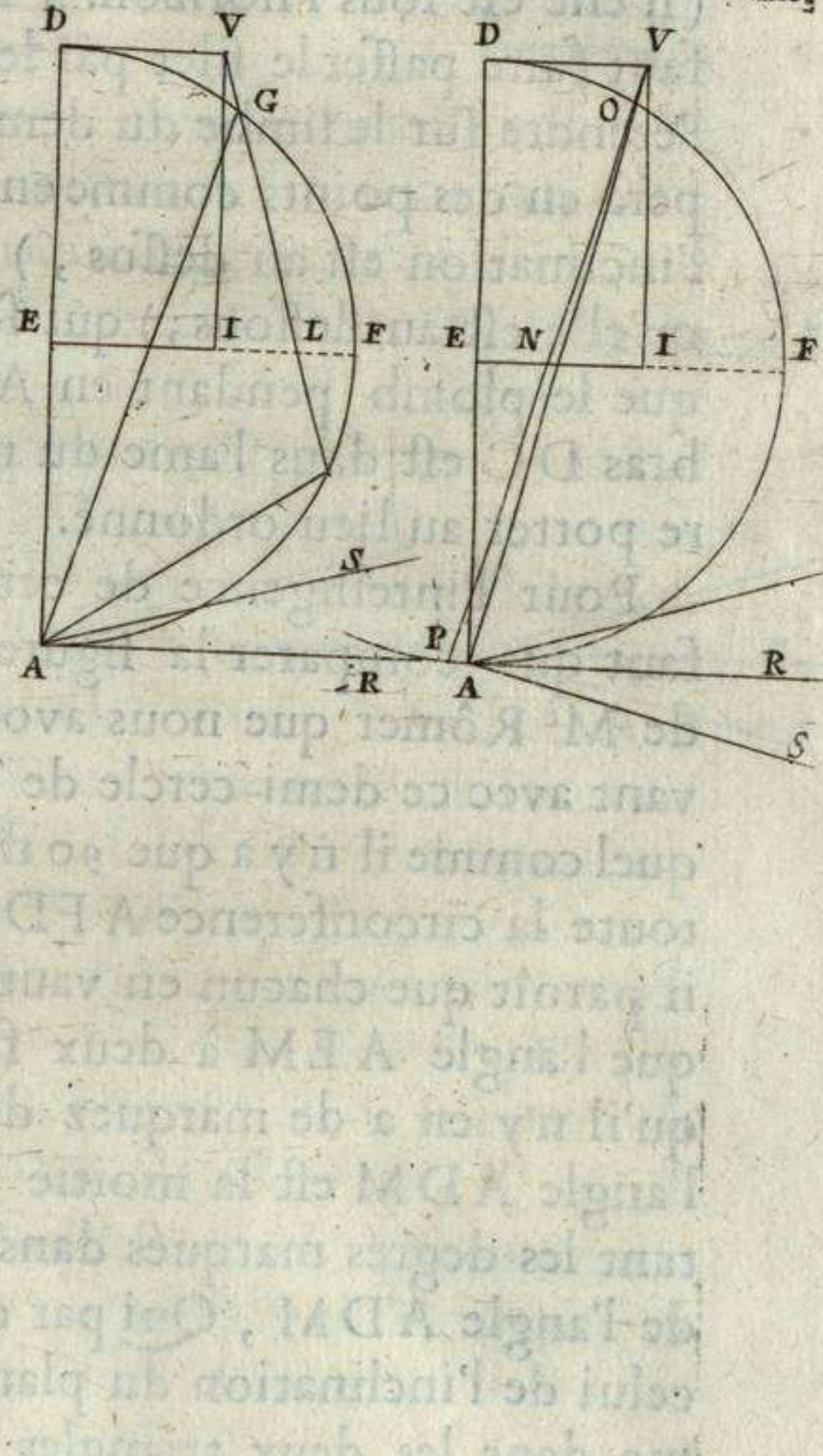
Chap. I. Demonſtration de la premiere pratique par le demi-cercle de Torricelli rectifié.

LA cinquiéme pratique, raportée au huitiéme Chapitre du troiſiéme livre de la ſeconde partie eſt l'uſage du demi-cercle de Torricelli, auquel Mr Rômer à ſeulement ajouté au point inferieur du diametre D, une regle DB égale, ſemblablement diviſée, & parallele au demi-diametre EF, avec un filet qui coulant au long de la même DB, puiſſe s'étendre par tout le demi-cercle. L'uſage eſt tel; il faut du point A conter ſur le limbe le nombre de degrez contenus dans l'angle donné de l'inclination du plan, comme l'arc AM, & apliquant le filet du point D en M, voir qu'il coupe le demi-diametre EF comme en H, & conter le nombre des parties contenuës depuis le centre E juſqu'en H. Enſuite il faut prendre ſur DB la longueur DV, enſorte que comme la plus grande portée eſt à la diſtance horizontale propoſée, ainſi EF

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VII. CHAP. I. Demonstration de la premiere pratique par le demi-cercle de Torricelli rectifié.





2009 Ministerio de Cultura

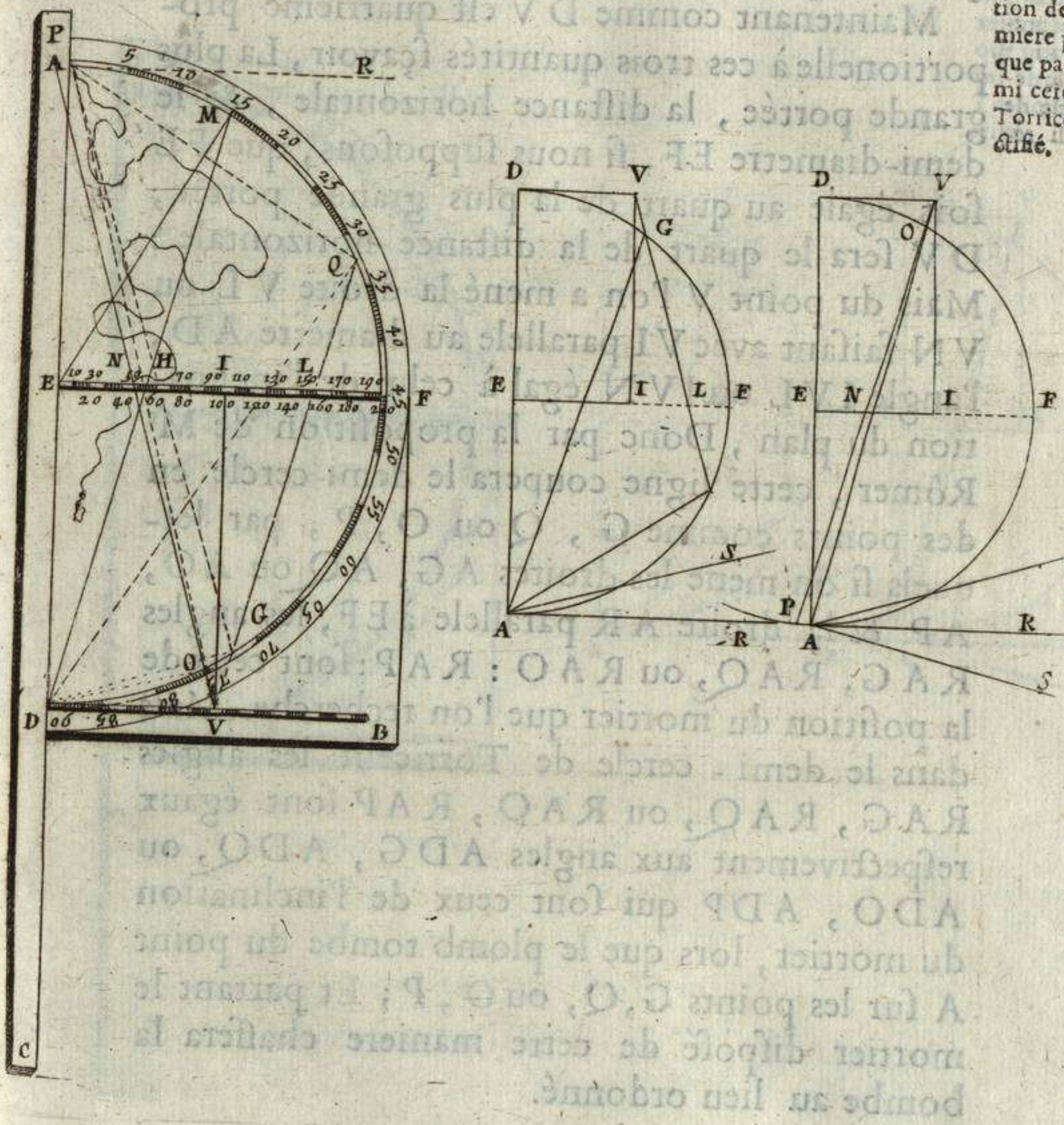
LIV. VII. CHAP. I. Demonstration de la premiere pratique par le demi-cercle de Torricelli rectifié.

ou DB soit à DV, & ayant pris sur EF la longueur EI égale à DV, y ajouter la longueur IL égale à EH pour avoir la toute EL, (si l'inclination du plan est sur l'horizon,) ou en ôter la même longueur IN pour avoir le reste EN (si elle est sous l'horizon.) Enfin du point V il faut faire passer le filet par les points L ou N & l'étendre sur le limbe du demi-cercle, qu'il coupera en des points comme en G, Q, (lors que l'inclination est au dessus,) ou en O, P, (lors qu'elle est au dessous;) qui sont ceux où il faut que le plomb pendant en A tombe, quand le bras DC est dans l'ame du mortier pour le faire porter au lieu ordonné.

Pour l'intelligence de cette pratique, il ne faut que comparer la figure de la proposition de Mr Rômer que nous avons expliquée cy-devant avec ce demi-cercle de Torricelli; Dans lequel comme il n'y a que 90 degrez marquez dans toute la circonference AFD qui en contient 180, il paroît que chacun en vaut deux, c'est à dire que l'angle AEM à deux fois plus de degrés qu'il n'y en a de marquez dans l'arc AM: Mais l'angle ADM est la moitié de AEM; Et partant les degrés marqués dans l'arc AM sont ceux de l'angle ADM, Qui par ce moïen est égal à celui de l'inclination du plan proposé. Et comme dans les deux triangles semblables DEH, VIL ou VIN, les deux côtez DE, EH sont

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VII. CHAP. I. Demonſtration de la premiere pratique par le demi cercle de Torricelli rectifié.



2009 Ministerio de Cultura

LIV. VII. CHAP. I. Demonſtration de la premiere pratique par le demi-cercle de Torricelli rectifié.

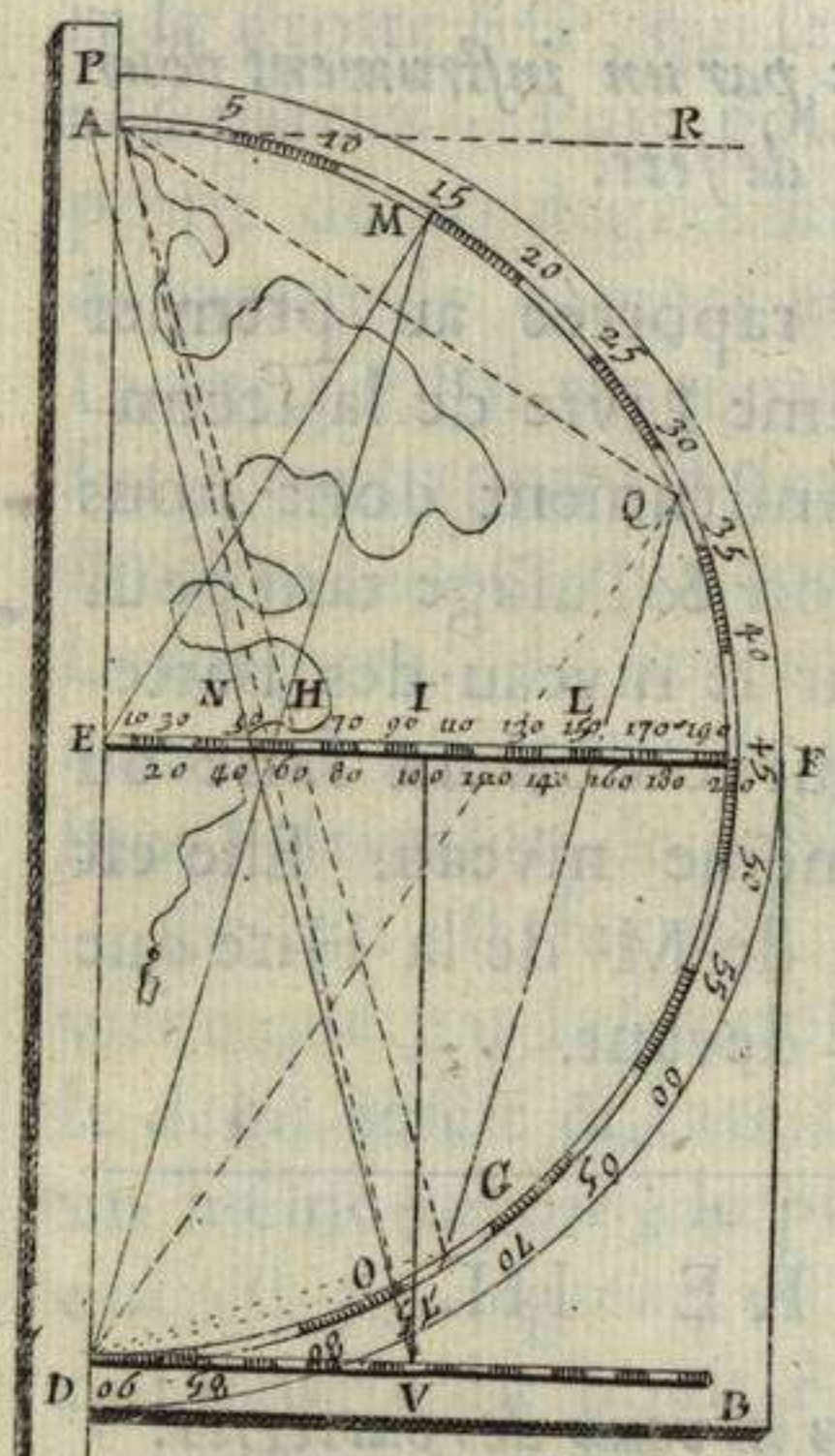
égaux au deux VI, IL ou VI, IN; il s'enſuit que les angles EDH, IVL ou IVN ſont égaux.

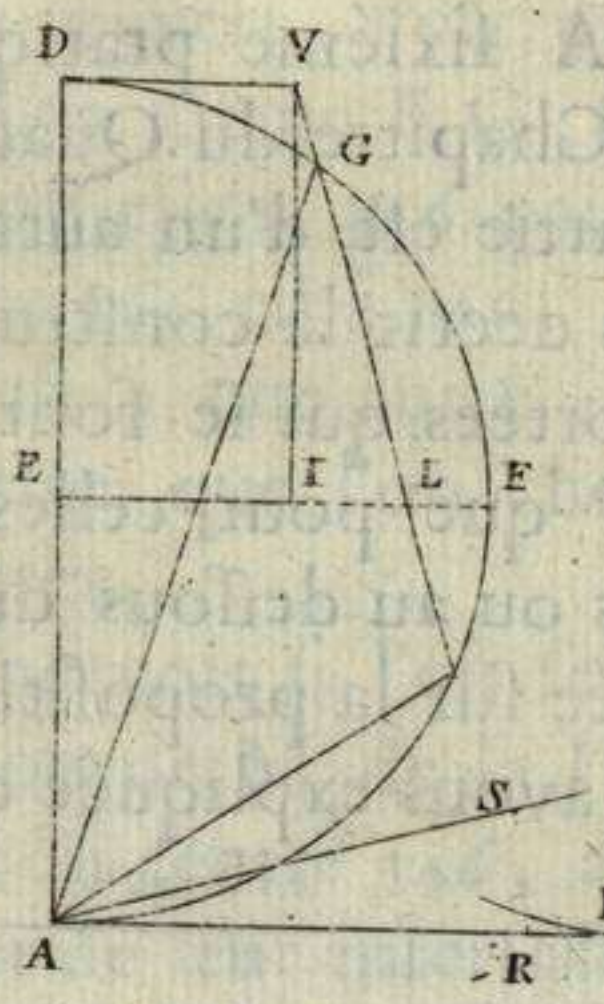
Maintenant comme DV eſt quatriéme proportionelle à ces trois quantités ſçavoir, La plus grande portée, la diſtance horizontale, & le demi-diametre EF; ſi nous ſuppoſons, que FE ſoit égale au quart de la plus grande portée, DV ſera le quart de la diſtance horizontale: Mais du point V l'on a mené la droite VL ou VN faiſant avec VI parallele au diametre AD, l'angle IVL ou IVN égal à celui de l'inclination du plan; Donc par la propoſition de Mr Rômer, cette ligne coupera le demi-cercle en des points comme G, Q ou O, P, par leſquels ſi on mene les droites AG, AQ ou AO, AP & la droite AR parallele à EF, les angles RAG, RAQ, ou RAO: RAP: ſont ceux de la poſition du mortier que l'on recherche. Mais dans le demi-cercle de Torricelli les angles RAG, RAQ, ou RAO, RAP ſont égaux reſpectivement aux angles ADG, ADQ, ou ADO, ADP qui ſont ceux de l'inclination du mortier, lors que le plomb tombe du point A ſur les points G, Q, ou O, P; Et partant le mortier diſpoſé de cette maniere chaſſera la bombe au lieu ordonné.

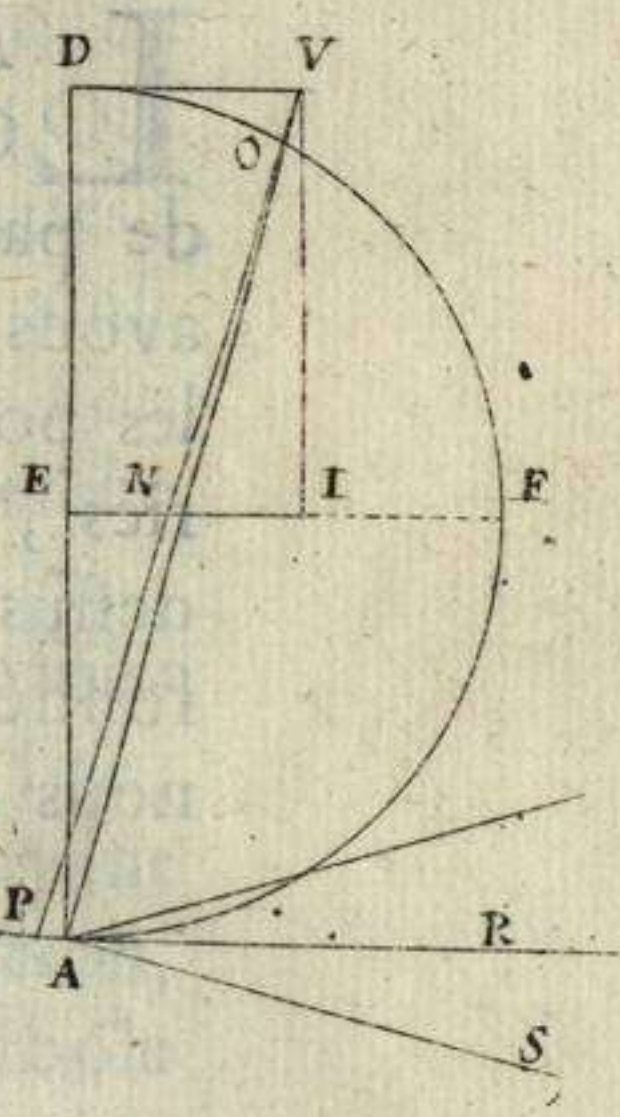
CHAP. II.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VII. CHAP. I. Demonstration de la premiere pratique par le demi-cercle de Torricelli rectifié.







2009 Ministerio de Cultura

LIV. VII. CHAP. II. Demonſtration des pratiques par un inſtrument pour toutes ſortes de jets.

CHAPITRE II.

Demonſtration des pratiques par un inſtrument pour toutes ſortes de jets.

LA ſixiéme pratique raportée au premier Chapitre du Quatriéme Livre de la ſeconde partie eſt d'un autre inſtrument dont nous avons decrit la conſtruction & l'uſage tant pour les portées qui ſe font ſur le niveau des batteries, que pour celles qui ſe doivent faire au deſſus ou au deſſous du même niveau. Elle eſt fondée ſur la propoſition de Mr de la Hire que nous avons expliquée cy-devant.

CHAPITRE III.

Pour les jets qui ſont au niveau des batteries.

CHAP. III. Pour les jets qui ſont au niveau des batteries.

POUR la bien entendre nous parlerons premierement des coups étendus ſur le niveau des batteries rapportés au ſecond Chapitre du même livre: Comme ſi conoiſſant la portée d'une piece ou d'un mortier, par exemple, de 400 toiſes ſur l'élevation de 21 degrez; l'on veut ſçavoir Quelle ſera la portée ſous l'êlevation d'un autre angle, comme ſous celle de 30 deg.? il faut ouvrir le compas commun de la grandeur du

2009 Ministerio de Cultura

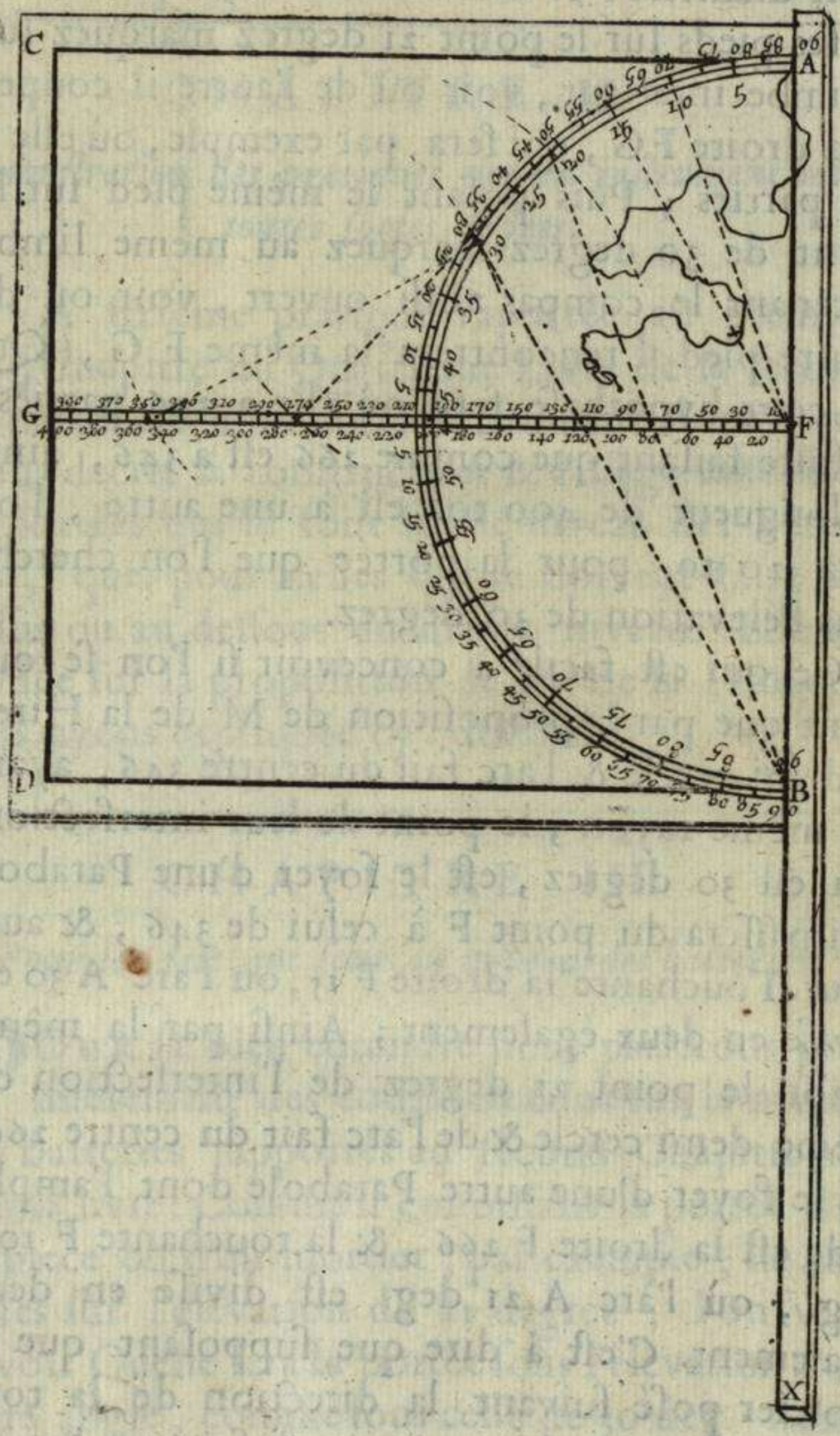
demi-diametre F A du demi-cercle, & posant un de ses pieds sur le point 21 degrez marquez sur le limbe interieur, voir où de l'autre il coupera la droite F G, qui sera, par exemple, où elle a 266 parties ; Puis posant le même pied sur le point de 30 degrez marquez au méme limbe & tenant le compas ainsi ouvert, voir où de l'autre pied il rencontrera la même F G, (Qui sur cette hypothese sera où elle a 346 parties.) Ensuite faisant que comme 266 est à 346, ainsi la longueur de 400 to. est à une autre, l'on aura 520 to. pour la portée que l'on cherche sous l'élevation de 30 degrez.

LIV. VII. CHAP. III. Pour les jets qui sont au niveau des batteries.

Ce qui est facile à concevoir si l'on se souvient que par la proposition de Mr de la Hire, le demi-cercle & l'arc fait du centre 346, ayant un même rayon, le point de leur intersection, qui est 30 degrez, est le foyer d'une Parabole qui passera du point F à celui de 346, & aura pour Touchante la droite F 15, ou l arc A 30 est divisé en deux également ; Ainsi par la même raison le point 21 degrez de l'intersection du même demi cercle & de l'arc fait du centre 266, est le foyer d'une autre Parabole dont l'amplitude est la droite F 266, & la touchante F 10 $\frac{1}{2}$ deg., où l'arc A 21 deg. est divisé en deux également. C'est à dire que supposant que le mortier posé suivant la direction de la touchante F 10 $\frac{1}{2}$ degrez qui est suivant l'angle

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VII. CHAP. III. Pour les jets qui sont au niveau des batteries.



2009 Ministerio de Cultura

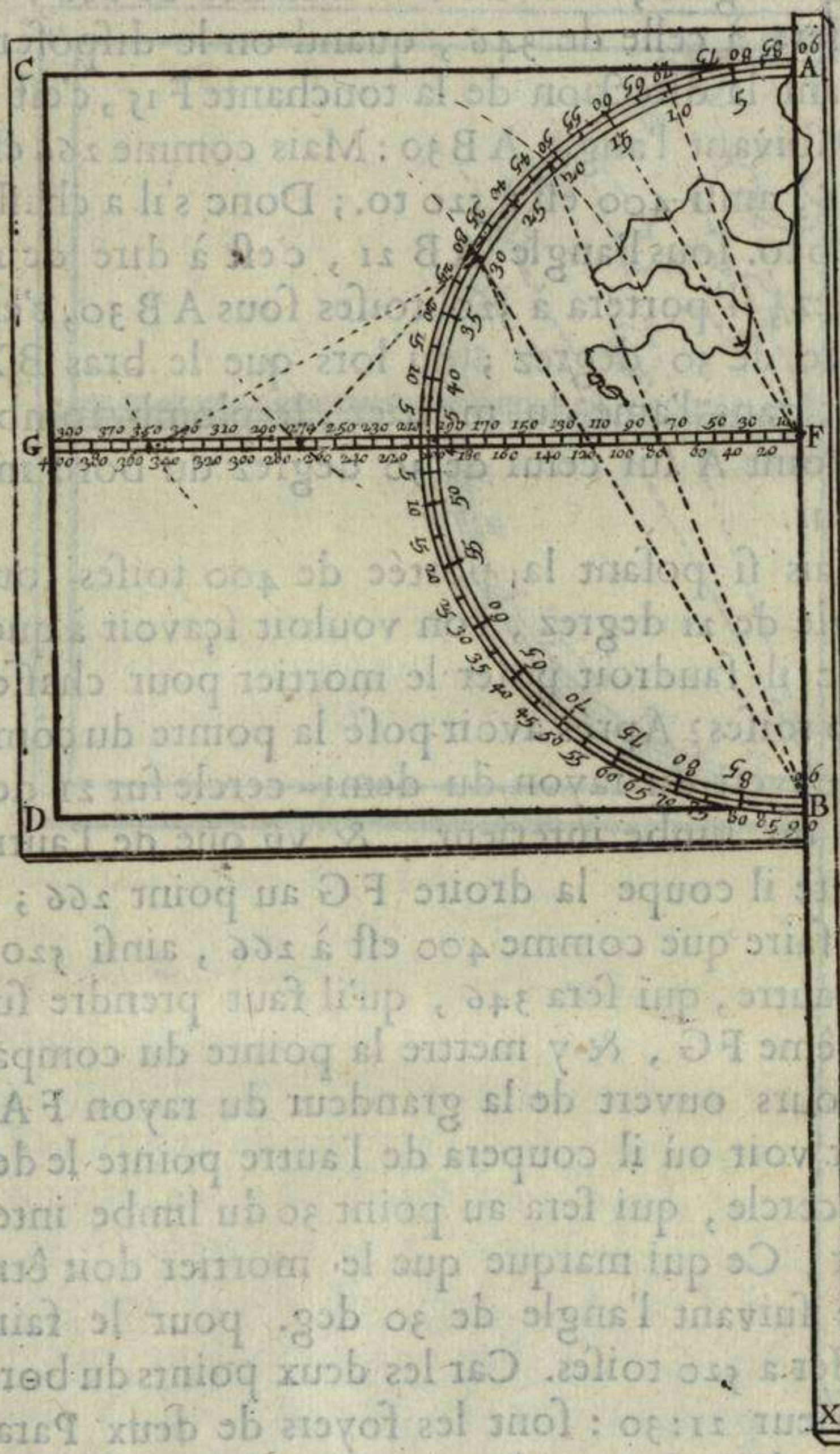
AB 21 degrez, a chaſſé à la diſtance de 266 ; il chaſſera à celle de 346, quand on le diſpoſera ſuivant la direction de la touchante F 15, c'eſt à dire ſuivant l'angle AB 30 : Mais comme 266 eſt à 346, ainſi 400 eſt à 520 to. ; Donc s'il a chaſſé à 400 to. ſous l'angle AB 21, c'eſt à dire de 21 degrez, il portera à 520 toiſes ſous AB 30, c'eſt à dire de 30 degrez ; où lors que le bras BX étant dans l'ame du mortier, le plomb tombe du point A ſur celui de 30 degrez du bord interieur.

LIV. VII. CHAP. III. Pour les jets qui ſont au niveau des batteries.

Mais ſi poſant la portée de 400 toiſes ſous l'angle de 21 degrez, l'on vouloit ſçavoir à quel angle il faudroit poſer le mortier pour chaſſer à 520 toiſes ? Aprés avoir poſé la pointe du compas ouvert du rayon du demi-cercle ſur 21 degrez du limbe interieur, & vû que de l'autre pointe il coupe la droite FG au point 266 ; il faut faire que comme 400 eſt à 266, ainſi 520 à une autre, qui ſera 346, qu'il faut prendre ſur la même FG, & y mettre la pointe du compas toûjours ouvert de la grandeur du rayon FA, pour voir où il coupera de l'autre pointe le demi-cercle, qui ſera au point 30 du limbe interieur ; Ce qui marque que le mortier doit être poſé ſuivant l'angle de 30 deg. pour le faire chaſſer à 520 toiſes. Car les deux points du bord interieur 21 : 30 : ſont les foyers de deux Paraboles dont les amplitudes ſont les longueurs

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VII. CHAP. III. Pour les jets qui ſont au niveau des batteries.



2009 Ministerio de Cultura

F 266 : F 346 : & les tangentes F 10 $\frac{1}{2}$, F 151 ; D'où il s'enſuit que le mortier poſé ſuivant la direction de la ligne F 10 $\frac{1}{2}$ c'eſt à dire êlevé ſelon l'angle A B 21 où de 21 degrez , ayant chaſſé à la longueur de 266 parties ; il chaſſera à celle de 346 s'il eſt poſé ſuivant la direction de la droite F 15 , c'eſt à dire êlevé ſelon l'angle A B 30 ou de 30 degrés ; Mais comme 266 eſt à 346 ainſi 400 to. eſt à 520 to. ; ſi donc il a chaſſé à 400 to. à 21 deg. ; il faut l'êlever à 30 degrez pour le faire chaſſer à 520 toiſes , ainſi qu'il eſt ordonné. Ce qui arrive ſi le bras B X étant parallele à l'ame du mortier , le plomb tombe du point A ſur les points marquez 21 & 30 du bord interieur du demi-cercle.

LIV. VII. CHAP. III. Pour les jets qui ſont au niveau des batteries.

CHAPITRE IV.

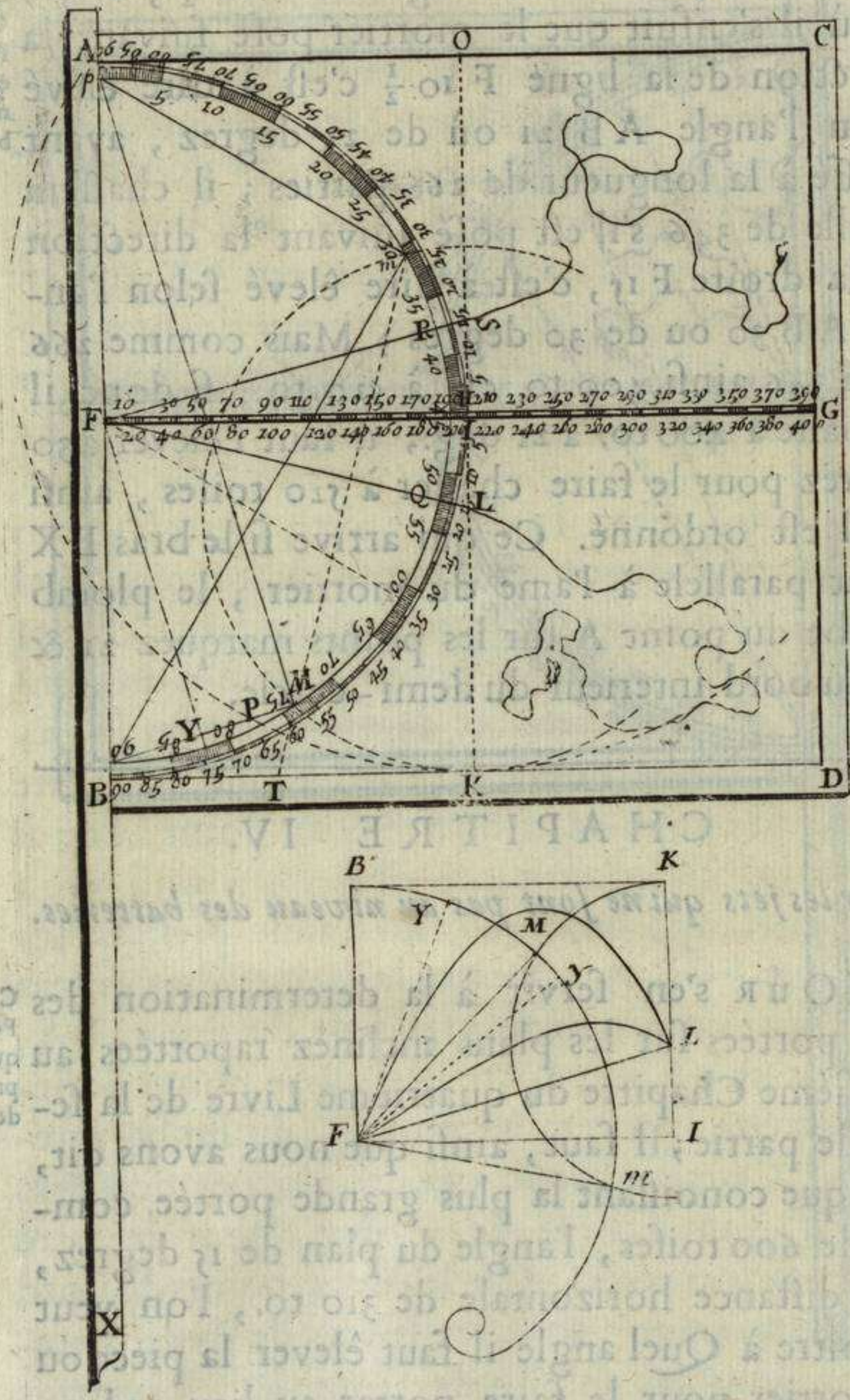
Pour les jets qui ne ſont pas au niveau des batteries.

POUR s'en ſervir à la determination des portées ſur les plans inclinez raportées au troiſiéme Chapitre du quatriéme Livre de la ſeconde partie ; il faut, ainſi que nous avons dit, lors que conoiſſant la plus grande portée comme de 600 toiſes, l'angle du plan de 15 degrez, & la diſtance horizontale de 310 to., l'on veut conoître à Quel angle il faut êlever la piece ou le mortier pour le faire porter au lieu ordon-

CHAP. IV. Pour les jets qui ne ſont pas au niveau des batteries.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VII. CHAP. IV. Pour les jets qui ne sont pas au niveau des batteries.



ne?

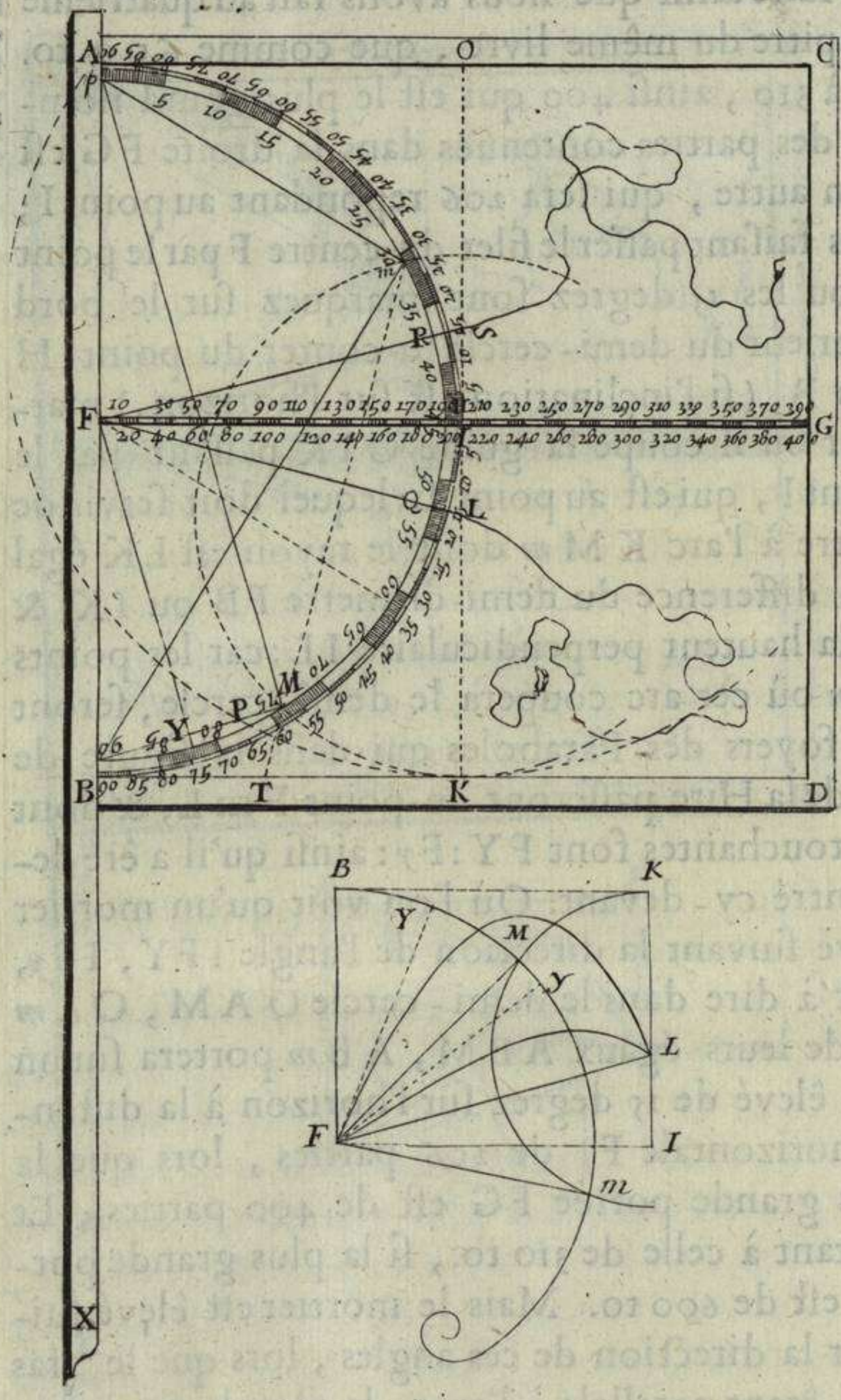
2009 Ministerio de Cultura

ne? faire ainſi que nous avons fait au quatriéme chapitre du même livre, que comme 600 to. eſt à 310, ainſi 400 qui eſt le plus grand nombre des parties contenuës dans la droite FG eſt à un autre, qui ſera 206 repondant au point I; Puis faiſant paſſer le filet du centre F par le point Q ou les 15 degrez ſont marquez ſur le bord exterieur du demi-cercle à conter du point H vers B, (ſi l'inclination eſt ſur l'horizon,) marquer où il coupe la guide O I K paſſant par le point I, qui eſt au point L; lequel doit ſervir de centre à l'arc K M *m* dont le rayon eſt L K égal à la difference du demi-diametre F B ou I K & de la hauteur perpendiculaire I L: car les points M *m* où cet arc coupera le demi-cercle, ſeront les foyers des Paraboles qui dans la figure de M^r de la Hire paſſeront du point F en L, & dont les touchantes ſont F Y: F *y*: ainſi qu'il a été demontré cy-devant. Où l'on voit qu'un mortier élevé ſuivant la direction de l'angle I F Y, I F *y*, c'eſt à dire dans le demi-cercle O A M, O A *m* ou de leurs égaux A B M, A B *m* portera ſur un lieu élevé de 15 degrez ſur l'horizon à la diſtance horizontale F I de 206 parties, lors que la plus grande portée F G eſt de 400 parties; Et partant à celle de 310 to., ſi la plus grande portée eſt de 600 to. Mais le mortier eſt élevé ſuivant la direction de ces angles, lors que le bras B X étant parallele à l'ame, le plomb tombe du

LIV. VII. CHAP. IV. Pour les jets qui ne ſont pas au niveau des batteries.

2009 Ministerio de Cultura

LIV VII. CHAP. IV. Pour les jets qui ne sont pas au niveau des batteries.



2009 Ministerio de Cultura

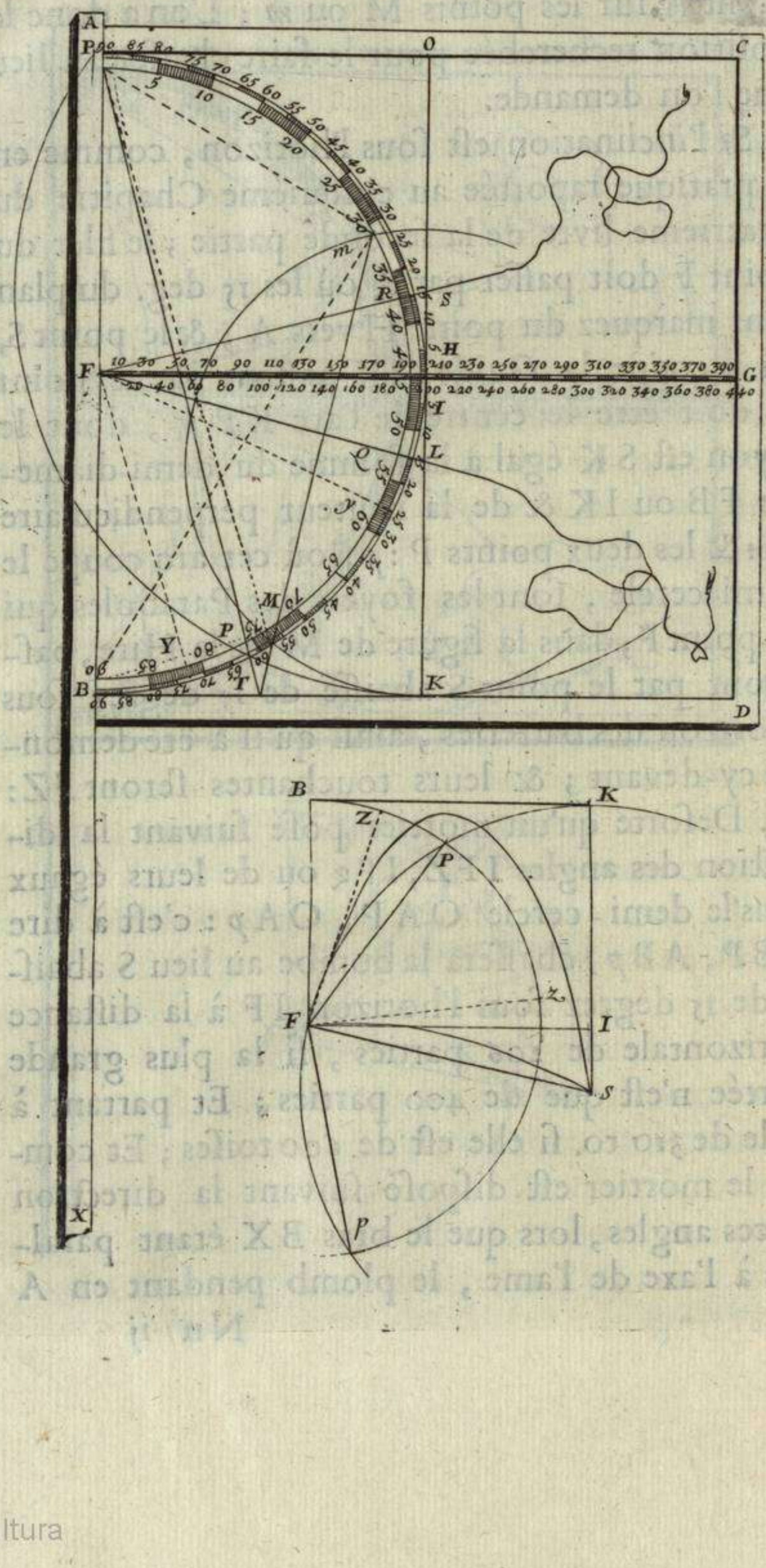
point A ſur les points M ou *m* ; L'on a donc la poſition recherchée pour le faire chaſſer au lieu que l'on demande.

LIV. VII. CHAP. IV. Pour les jets qui ne ſont pas au niveau des batteries.

Si l'inclination eſt ſous l'horizon, comme en la pratique raportée au cinquiéme Chapitre du quatriéme livre de la ſeconde partie ; le filet du point F doit paſſer par R où les 15 deg. du plan ſont marquez du point H vers A ; & le point S, où il coupe la Guide O K paſſant par le point I, doit être le centre de l'arc K P *p*, dont le rayon eſt S K égal à la ſomme du demi-diametre F B ou I K & de la hauteur perpendiculaire I S : & les deux points P : *p*, où cet arc coupe le demi-cercle, ſont les foyers des Paraboles qui du point F, dans la figure de M^r de la Hire, paſſeront par le point S abaiſſé de 15 degrez ſous l'horizon des batteries, ainſi qu'il a été demontré cy-devant ; & leurs touchantes ſeront F Z : F *z*. Deſorte qu'un mortier poſé ſuivant la direction des angles I F Z, I F *z* ou de leurs égaux dans le demi-cercle O A P, O A *p* : c'eſt à dire A B P, A B *p* ; chaſſera la bombe au lieu S abaiſſé de 15 degrez ſous l'horizon I F à la diſtance horizontale de 206 parties, ſi la plus grande portée n'eſt que de 400 parties ; Et partant à celle de 310 to. ſi elle eſt de 600 toiſes ; Et comme le mortier eſt diſpoſé ſuivant la direction de ces angles, lors que le bras B X étant parallele à l'axe de l'ame, le plomb pendant en A

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VII.
CHAP. IV.
Pour les jets qui ne sont pas au niveau des batteries.



2009 Ministerio de Cultura

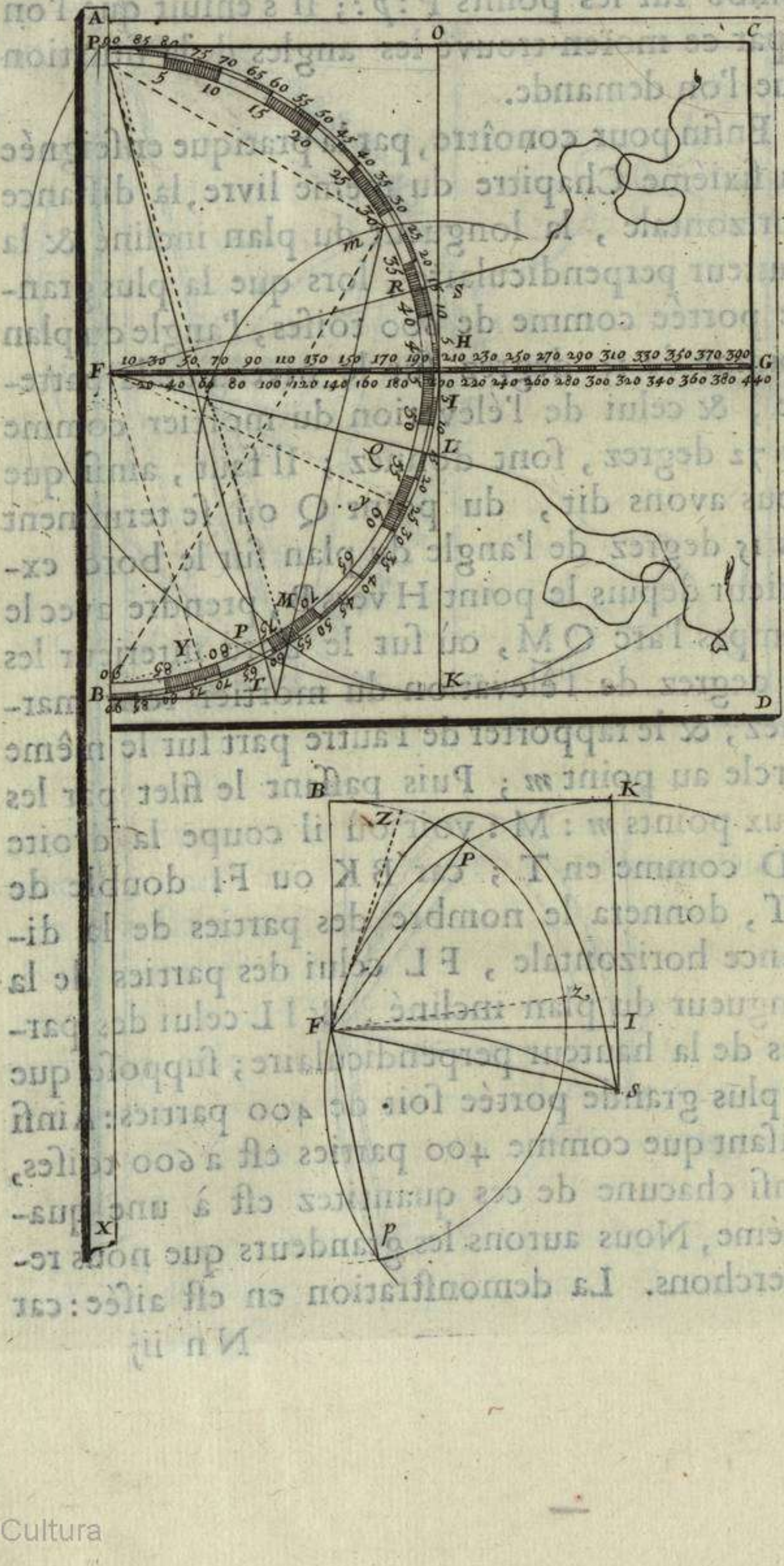
tombe ſur les points P :*p* :; Il s'enſuit que l'on a par ce moïen trouvé les angles de la ſituation que l'on demande.

LIV. VII. CHAP. IV. Pour les jets qui ne ſont pas au niveau des batteries.

Enfin pour conoître, par la pratique enſeignée au ſixiéme Chapitre du même livre, la diſtance horizontale, la longueur du plan incliné & la hauteur perpendiculaire, lors que la plus grande portée comme de 600 toiſes, l'angle du plan comme de 15 degrez ſur le niveau de la batterie, & celui de l'élevation du mortier comme de 72 degrez, ſont donnez ; Il faut, ainſi que nous avons dit, du point Q où ſe terminent les 15 degrez de l'angle du plan ſur le bord exterieur depuis le point H vers B, prendre avec le compas l'arc QM, où ſur le bord interieur les 72 degrez de l'élevation du mortier ſont marquez, & le rapporter de l'autre part ſur le même cercle au point *m* ; Puis paſſant le filet par les deux points *m* : M : voir où il coupe la droite BD comme en T ; car BK ou FI double de BT, donnera le nombre des parties de la diſtance horizontale, FL celui des parties de la longueur du plan incliné, & IL celui des parties de la hauteur perpendiculaire ; ſuppoſé que la plus grande portée ſoit de 400 parties : Ainſi faiſant que comme 400 parties eſt à 600 toiſes, ainſi chacune de ces quantitez eſt à une quatriéme, Nous aurons les grandeurs que nous recherchons. La demonſtration en eſt aiſée : car

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VII. CHAP. IV. Pour les jets qui ne sont pas au niveau des batteries.



2009 Ministerio de Cultura

LIV. VII. CHAP. IV. Pour les jets qui ne sont pas au niveau des batteries.

ſuppoſant que l'arc decrit du centre L & de l'intervalle L K ait coupé le demi-cercle aux points M : *m* :, qui ſont, comme nous avons dit, les foyers des Paraboles recherchées ; ſi l'on mene une droite M *m* T par les mêmes points, la droite M *m* ſera coupée en deux êgalement par F L qui joint les centres des deux cercles, & partant l'arc Q M ſera égal à Q *m*. Et pour faire voir que B K eſt double de B T, il ne faut que remarquer que la droite B K touchant les deux cercles en B & en K, le rectangle *m* T M dans l'arc K M *m* eſt égal au quarré de la touchante T K ; Et dans le demi-cercle le même rectangle eſt égal au quarré de la touchante T B : D'où il s'enſuit que T K & T B ſont égales, & B K ou F I double de B T. Le reſte n'a point de beſoin de plus grande explication.

Si l'inclination du plan eſt au deſſous du niveau des batteries, nous pourrons par le même raiſonement faire voir que la droite *p* P qui paſſe par les points de l'interſection de l'arc K P *p* & du demi-cercle, eſt coupée en deux également par la droite F S qui joint les centres des deux cercles ; Et partant que l'arc R P eſt égal à l'arc R *p* ; & le rectangle *p* T P dans l'arc K P *p* eſt égal au quarré de la touchante K T & au quarré de la touchante B T dans le demi-cercle ; Et qu'ainſi B K ou F I eſt double de B T.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VII. CHAP. V. Demonſtration des pratiques par le compas de proportion.

CHAPITRE V.

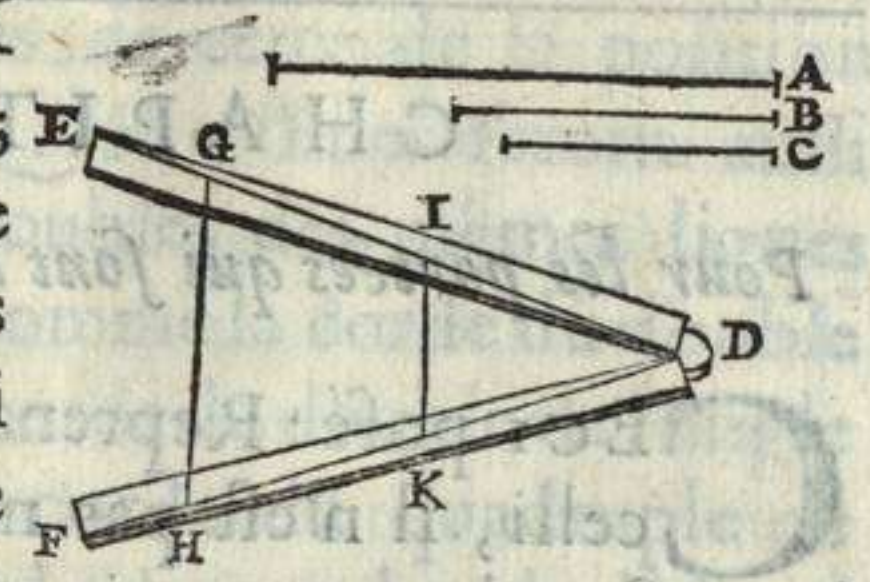
Demonſtration des pratiques par le Compas de proportion.

LA ſeptiéme & derniere pratique eſt celle qui ſe fait par le moïen du compas de proportion, dont l'uſage ſe reduit à ce ſeul cas ; qui eſt à trouver une quatriéme proportionelle à trois quantitez données. Ce qui ſe fait avec facilité prenant ſur la ligne des parties égales la grandeur de la premiere & lui appliquant de travers la longueur de la ſeconde, enſorte qu'elle faſſe ſur le compas ouvert la baſe d'un triangle Iſoſcelle dont les côtez égaux ſont chacun de la grandeur de la premiere quantité ; Puis ayant pris ſur les mêmes parties égales la longueur de la troiſiéme, conſiderer Quelle en eſt la tranſverſale ſur le compas ainſi ouvert ? car cette grandeur eſt la quatriéme que l'on demande.

Comme s'il falloit trouver une quatriéme proportionelle aux trois grandeurs A, B, C ; je prendrois ſur les côtés DE, DF du compas de proportion ſur la ligne des parties égales, la longueur DG : DH égale à A : & j'ouvrirois le compas de telle ſorte que la droite GH qui fait la baſe du triangle Iſoſcelle GDH fut égale à la ſeconde quantité B. Puis aïant meſuré ſur les mêmes

2009 Ministerio de Cultura

mêmes côtez DE: DF la longueur DI: DK égale à la troiſiéme C; je prendrois ſur la même ouverture du compas la tranſverſale IK, qui ſeroit la quatriéme que je recherche. Car dans les triangles ſemblables DGH, DIK, la droite DG eſt à GH, c'eſt à dire A à B, comme DI ou C eſt à la droite IK.



LIV. VII. CHAP. V. Demonſtration des pratiques par le compas de proportion.

Il faut deplus conſiderer que les parties de la ligne que l'on appelle des angles, ſont les longueurs des cordes ou ſoutendantes des arcs de cercle à toutes les ouvertures des angles depuis un degré juſqu'à 180; ainſi 60 parties ſur cette ligne font l'étenduë de la corde d'un arc de 60 degrez ou du demi-diametre du cercle: 45 parties font celle de la corde de l'angle de 45 deg.: 72 celle de 72 deg.: 180 parties font le diametre entier qui eſt la corde du demi-cercle. Et comme la corde d'un arc eſt le double du ſinus de la moitié de l'angle du même arc, il s'enſuit que les ſinus ont entr'eux même proportion que les cordes du double des angles dont il ſont les ſinus; Et qu'ainſi l'on peut prendre les uns pour les autres.

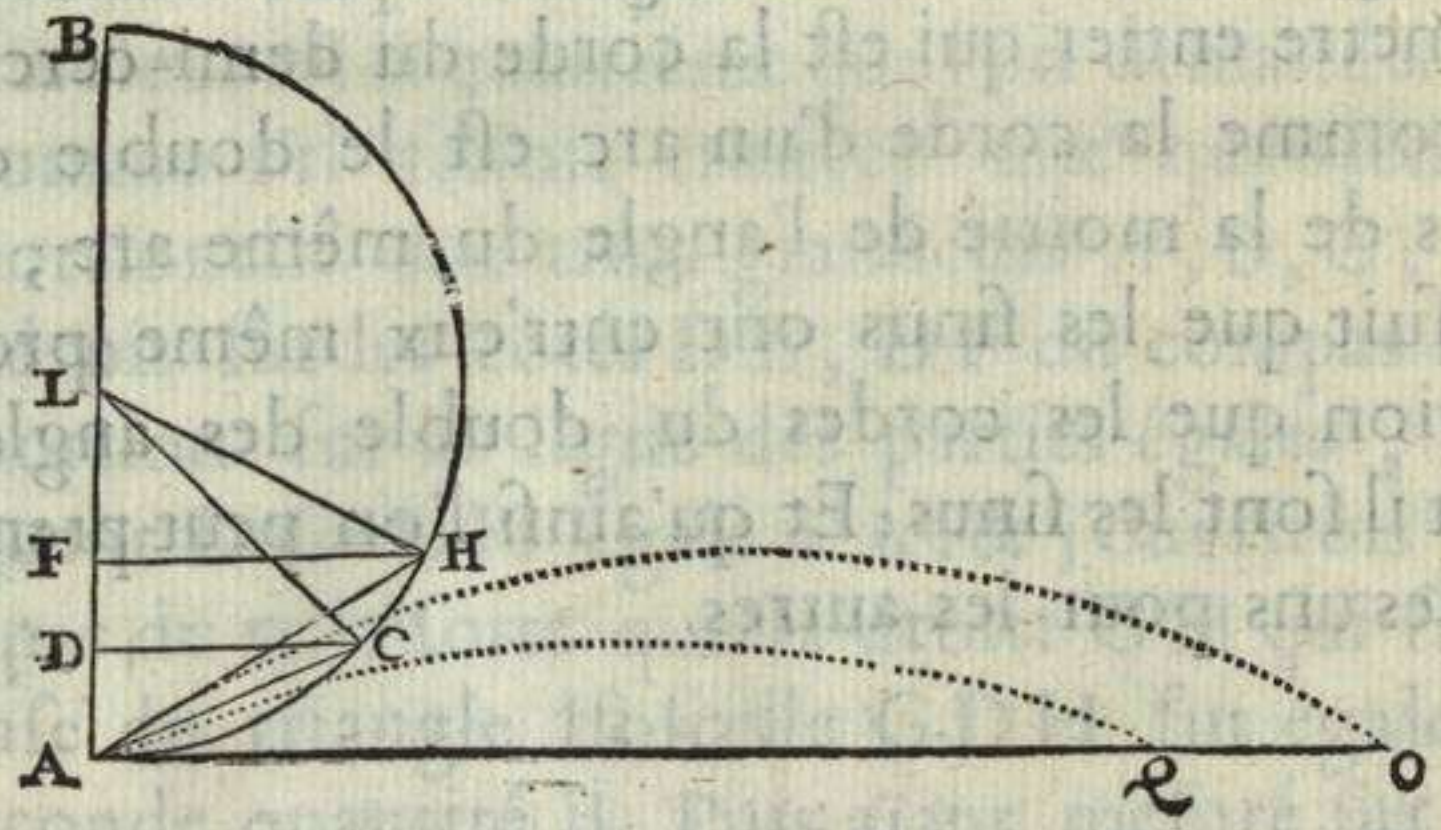
2009 Ministerio de Cultura

LIV. VII. CHAP. VI. Pour les portées qui ſont au niveau des batteries.

CHAPITRE VI.

Pour les portées qui ſont au niveau des batteries.

CECI poſé: Reprenant la figure de Torricelli, il n'eſt pas mal aiſé de comprendre la raiſon de nos pratiques: Car dans la premiere expliquée au premier Chapitre du cinquiéme livre de la ſeconde partie où, par exemple, la portée d'un mortier étant donnée ſuivant un angle donné, l'on demande Quelle ſera celle du même mortier ſuivant un autre angle? comme ſi le mortier élevé ſuivant l'angle Q A C de 21 deg., a chaſſé à la longueur A Q de 400 to., l'on veut ſçavoir Quelle eſt la longueur A O, à laquelle il chaſſera s'il eſt poſé ſuivant l'angle Q A H de 30 degrez? D'autant que les portées A Q & A O ſont entr'elles comme les lignes CD:



2009 Ministerio de Cultura

HF : c'eſt à dire comme les ſinus des angles ALC, ALH doubles de ceux de la poſition du mortier QAC, QAH ; Elles ſeront auſſi entr'elles comme les doubles des mêmes lignes CD, HF, c'eſt à dire comme la corde du double de l'angle ALC eſt à la corde du double de l'angle ALH, ou comme la corde du quadruple de l'angle QAC, à la corde du quadruple de l'angle QAH ; Et partant ſi nous prenons la corde de 84 deg. quadruple du premier angle donné de 21 degrez pour premier terme ; Pour ſecond la corde de 120 deg. quadruple du ſecond angle donné de 30 degrez ; Et pour troiſiéme les 400 toiſes de la portée donnée AQ : En cherchant ſur le compas à ces trois quantitez une quatriéme proportionelle, nous trouverons 520 to. pour la portée AO que l'on demande.

LIV. VII. CHAP. VI. Pour les portées qui ſont au niveau des batteries.

Ainſi pour ſçavoir à quel angle il faut êlever le mortier pour le faire chaſſer à la longueur de 520 to., ſuppoſé qu'à 21 degrez de l'êlevation il ait porté à 400 to. ; je prens pour premier terme 400 to. ; pour ſecond 520 to. ; pour troiſiéme la corde de 84 deg. quadruple de l'angle donné 21 deg. ; Et il me vient pour quatriéme la corde de l'angle de 120 degrez, dont le quart eſt l'angle QAH de 30 degrez que je recherche.

Il eſt, comme je crois, inutile de dire que lors que les nombres des quantités propoſées ou leurs étendües, excedent celui des parties éga-

2009 Ministerio de Cultura

Liv. VII. Chap. VI. Pour les portées qui ſont au niveau des batteries.

les marquées ſur le compas : il faut en prendre telle partie que l'on veut pourveu qu'elle ſoit moindre que celles du compas , & s'en ſervir pour trouver vôtre quatriéme proportionelle, qui ſera la même portion de celle que vous cherchez , que celle dont vous vous êtes ſervi, l'eſt du nombre donné. Ainſi parce que le nombre de 400 to. eſt plus grand que celui de 200 contenu dans les parties égales du compas , je me ſers du quart qui eſt 100 pour premier terme , & il me vient 130 au quatriéme , dont le quadruple 520 eſt celui que je demande. Si le premier nombre êtoit le tiers du donné , celui qui viendroit par la pratique ſeroit auſſi le tiers de celui que l'on recherche , & ainſi du reſte.

CHAPITRE VII.

Pour les portées qui ne ſont pas au niveau des batteries.

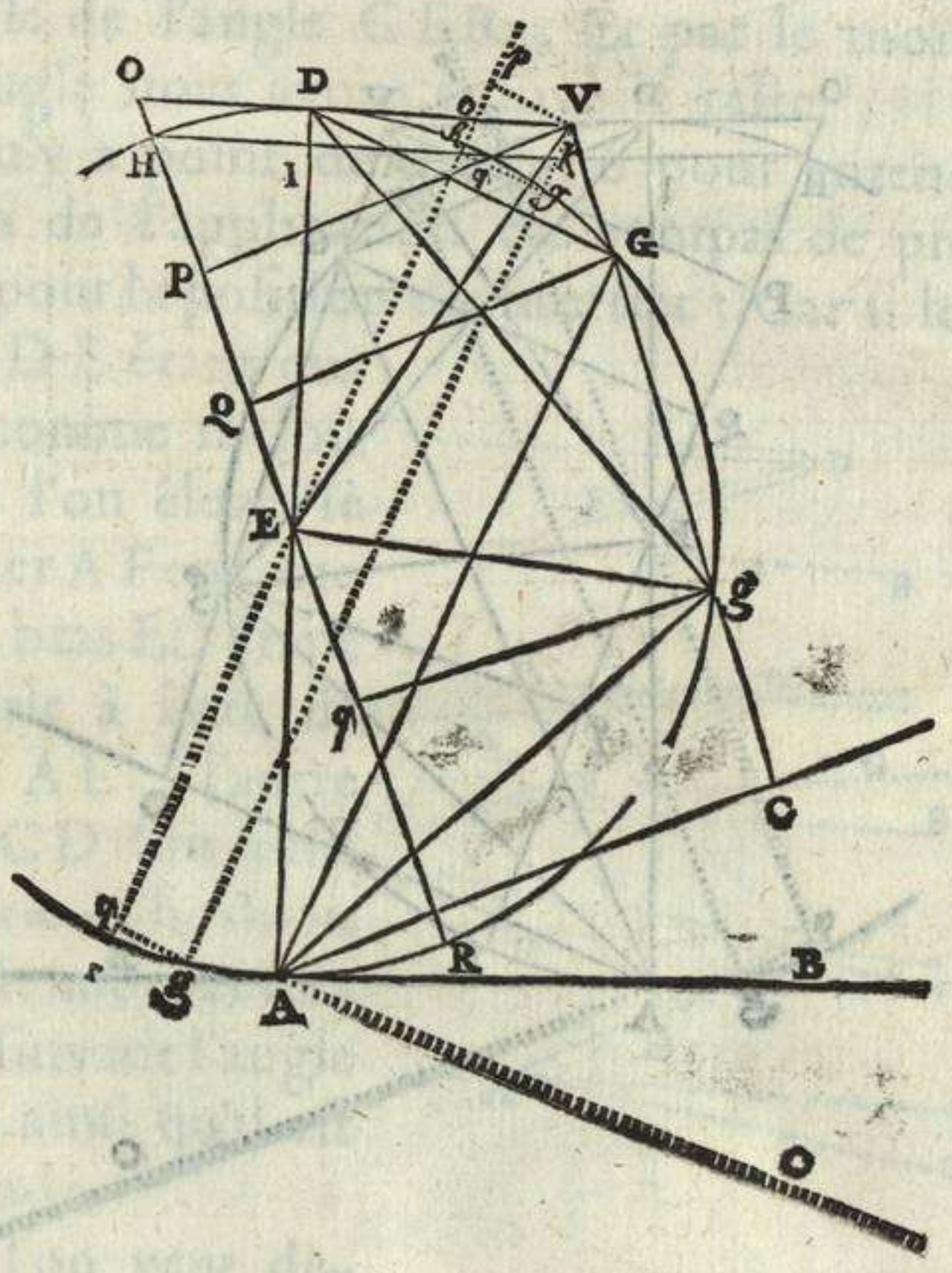
Liv. VII. Chap. VII. Pour les portées qui ne ſont pas au niveau des batteries.

MAINTENANT pour bien entendre l'uſage du compas de proportion raporté au ſecond Chapitre & aux ſuivans du cinquiéme livre de la ſeconde partie , pour les portées ſur les plans inclinez ; il faut reprendre la figure par laquelle j'ay expliqué la troiſiéme pratique , ou ED eſt à DV c'eſt à dire EI à IK comme la

2009 Ministerio de Cultura

plus grande portée eſt à la diſtance horizontale ; & E I étant le ſinus de l'angle E H I complement de l'angle du plan ; le double de E I ſera la corde du double du même angle E H I ; Et partant comme la plus grande portée eſt à la diſtance horizontale, ainſi cette corde ſera au double de I K, à quoy ajoutant ou ôtant le double de H I, c'eſt à dire la corde du double de

LIV. VII. CHAP. VII. Pour les portées qui ne ſont pas au niveau des batteries.

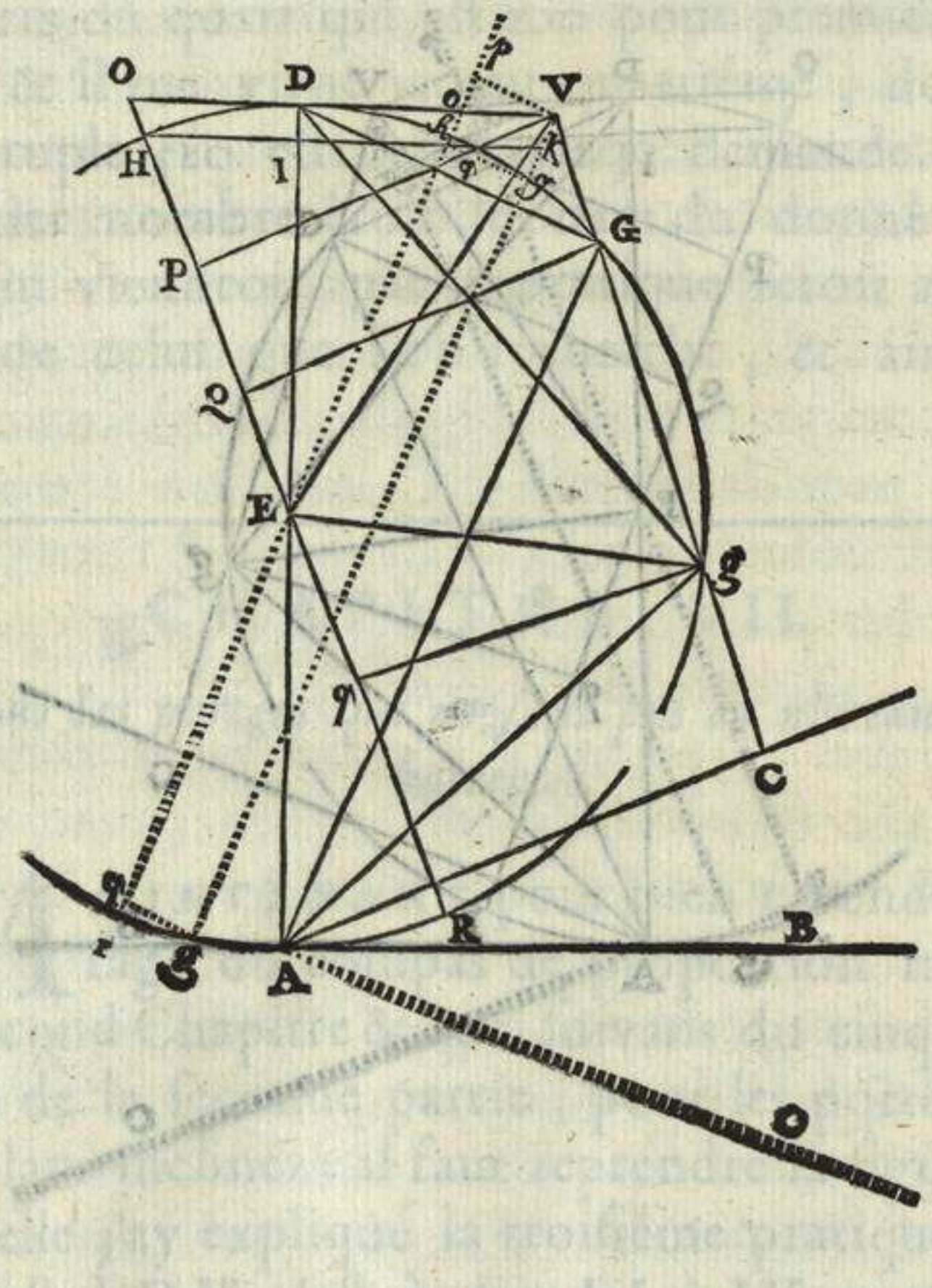


2009 Ministerio de Cultura

LIV. VII. CHAP. VII. Pour les portées qui ne sont pas au niveau des batterjes.

l'angle du plan HEI, nous aurons le double de la droite HK ou de son égale GQ, c'est à dire la corde du double de l'angle GER; auquel angle & à son complement à deux droits, si l'on ajoute l'angle du plan AER, l'on aura l'angle AEG double de ADG ou de son égal BAG que l'on demande.

Or l'on voit que pour trouver le double de

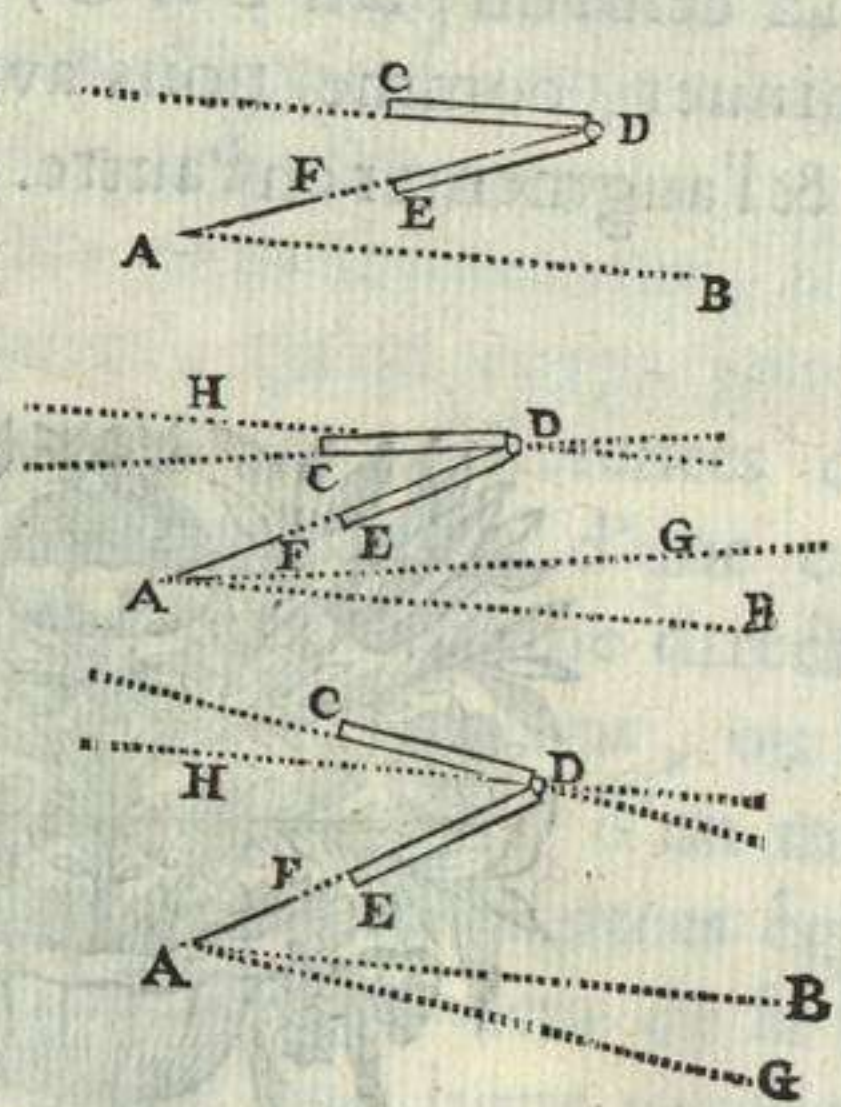


2009 Ministerio de Cultura

IK nous avons cherché ſur le compas la quatriéme proportionelle aux trois quantitez ſçavoir la plus grande portée, la diſtance horizontale, & la corde du double de l'angle EHI qui eſt celui du complement de l'angle du plan HEI; Puis ajoutant ou ôtant du double de IK la corde du double du même angle HEI c'eſt à dire le double du ſinus HI, nous avons eu le double de HK ou de ſon égale GQ, c'eſt à dire la corde du double de l'angle GER; Et par le moïen de cet angle nous avons trouve le reſte.

LIV. VII. CHAP. VII. Pour les portées qui ne ſont pas au niveau des batteries,

Il n'y a point de difficulté pour entendre la raiſon de l'application du compas de proportion pour la poſition du mortier; Car ſi le compas CDE étant ouvert comme il doit être, l'on êleve le mortier AF en ſorte que le bras ED êtant parallele à l'axe de l'ame AE, l'autre bras CD ſoit auſſi parallele à l'horizon AB; le mortier ſera poſé ſuivant l'angle BAE ainſi qu'il eſt demandé.

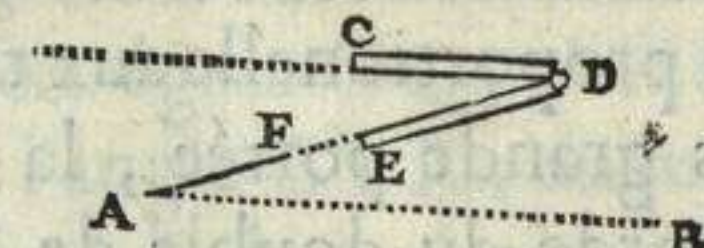


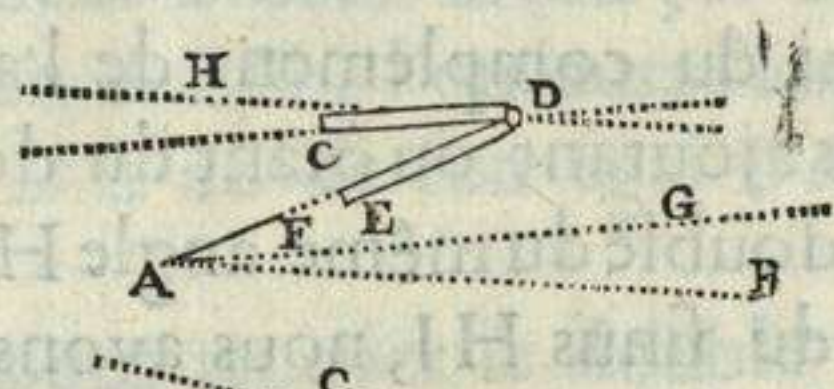
Si l'on veut decouvrir l'objet incliné de l'angle BAG au deſſus

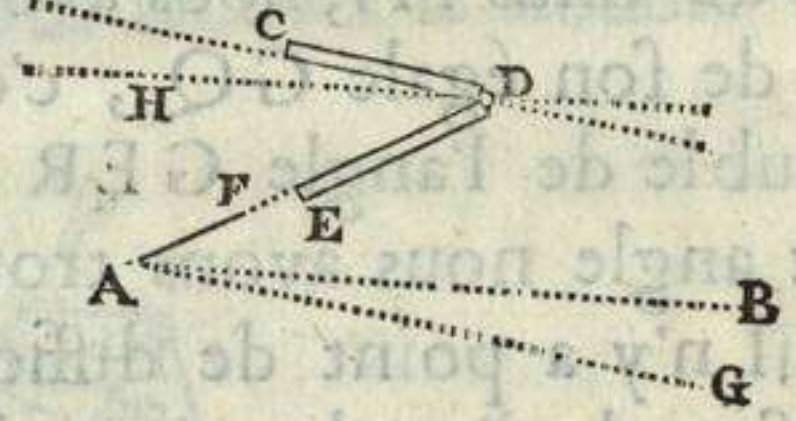
2009 Ministerio de Cultura

CHAP. VII. LIV. VII. Pour les portées qui ne sont pas au niveau des batteries.

ou au dessous de l'horizon au travers des pinules posées sur le bras C D ; l'on voit que l'angle du compas C D E est moindre) si l'inclination est au dessus) ou plus grand (si elle est au dessous,) que l'angle de l'élevation du mortier B A D, de la grandeur de l'angle CDH égal à celui du plan B A G ; Et qu'ainsi il faut le diminuer, comme nous avons dit, au premier cas & l'augmenter en l'autre.







2009 Ministerio de Cultura

LIVRE HUITIE'ME.

Liv. VIII.

Doctrine de Monsieur Cassini pour le jet des Bombes.

CHAPITRE PREMIER.

Lignes d'égalité, d'impulsion & de chûte respective.

CHAP. I. Lignes d'égalité, d'impulsion & de chûte respective.

MONSIEUR Cassini a donné la resolution de toute la doctrine de la projection d'un mobile par une seule proposition, faisant voir qu'en tous les cas, il y a trois lignes qui sont continuellement proportionelles, sçavoir celle qu'il appelle d'égalité, celle d'impulsion & celle de la chûte respective.

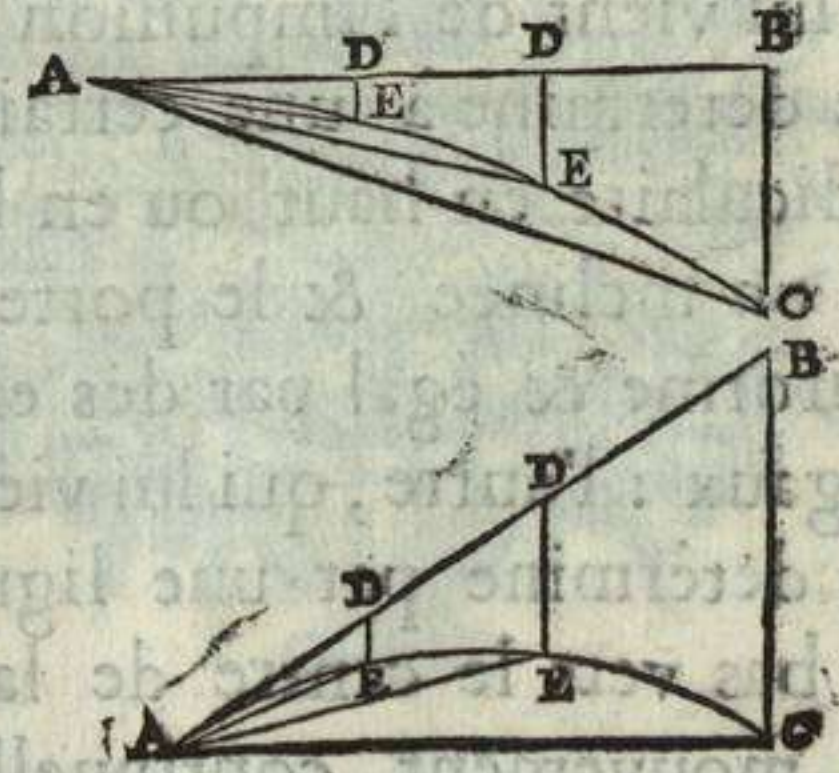
Pour faire entendre ce raisonnement, il suppose, comme les autres, qu'un corps jetté est porté de deux impressions differentes dont l'une, qui lui vient de l'impulsion d'une cause externe, le determine à une certaine direction ou perpendiculaire en haut ou en bas, ou horizontale, ou inclinée & le porte d'un mouvement uniforme & égal par des espaces égaux en temps égaux : l'autre, qui lui vient de la pesanteur, le determine par une ligne perpendiculaire en bas vers le centre de la Terre & le porte d'un mouvement continuellement acce-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VIII. CHAP. I. Lignes d'égalité, d'impulsion & de chûte respective.

leré, desorte que les espaces qu'il parcourt sont entr'eux en raison doublée des temps qu'il emploie à les parcourir.

Cette derniere impression ne change rien à la direction de la premiere, si elle est perpendiculaire en haut ou en bas: Elle ne fait qu'acourcir le chemin que fait le mobile au premier cas, & l'allonger en l'autre. Mais aux directions horizontales ou obliques, elle en change entierement la droiture. Car si un mobile est, par exemple, porté d'une force externe suivant la direction de la ligne A B horizontale ou inclinée; il est constant que si le mobile n'avoit point de poids ny d'empechement de la resistance du milieu, il seroit porté suivant la droite A B d'un mouvement égal qui lui feroit parcourir des espaces égaux en des temps égaux; Mais comme au moment du depart du point de repos A, l'impression de la pesanteur le tire en bas par des



2009 Ministerio de Cultura

lignes perpendiculaires DE, BC, elle le fait changer de route; Et au lieu de le porter par la droite AB, elle le conduit au long de la courbe AEC. Où il faut remarquer que la ligne AD qui seroit celle que le mobile auroit parcouru d'un mouvement égal s'il n'avoit point eu de poids, au moment qu'il se trouve en E, est cette ligne que Mr Cassini appelle *ligne d'impulsion* à l'égard du point E; Ainsi la ligne AB où le mobile sans poids se trouveroit lors qu'il est tombé en C, est la ligne d'impulsion au respect du point C. Les lignes perpendiculaires DE, DE, sont celles qu'il appelle *lignes de chûte respective*, c'est à dire à l'égard des points E, E & des lignes d'impulsion AD, AD: Ainsi BC est ligne de chûte respective à l'égard du point C & de la ligne d'impulsion AB; & les lignes AE, AC sont appellées *lignes de distance*, parce qu'elles mesurent de combien le mobile est êlogné du point de depart.

LIV. VIII. CHAP. I. Lignes d'égalité, d'impulsion & de chûte respective.

CHAPITRE II.

De la ligne d'égalité.

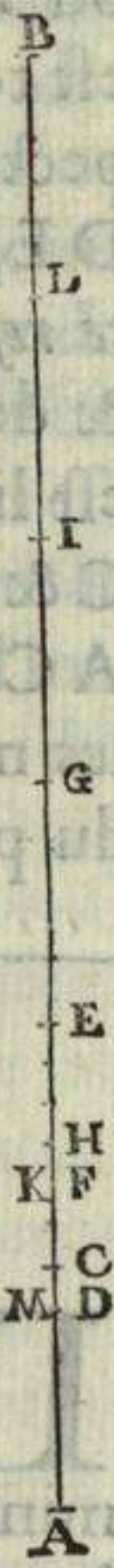
DANS les projections verticales, où nous avons dit que la pesanteur acourcit le chemin du mobile, il est aisé de comprendre que le mobile monte tant que le chemin qui se fait

CHAP. II. De la ligne d'égalité.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VIII. CHAP. II. De la ligne d'égalité.

par l'impreſſion du dehors, eſt plus grand que celui de la peſanteur ; Qu'il ne monte ni ne deſcend au moment que ces deux impreſſions ſont égales ; Et qu'il deſcend auſſi-tôt que celle de la peſanteur eſt plus grande que l'autre. Ainſi dans le jet vertical AB, ſi nous ſuppoſons que la force du dehors puiſſe porter le mobile par l'eſpace AC, par exemple, de 6 meſures dans un certain temps, pendant lequel la peſanteur le puiſſe faire deſcendre de l'eſpace CD d'une de ces meſures ; il eſt conſtant que le mobile au premier temps ſe trouveroit en D ; Ainſi la droite AC. 6., que le mobile ſans poids auroit parcouru, eſt la *ligne d'impulſion* à l'égard du point D ; la ligne CD. 1., celle *de la chûte reſpective* à l'égard de la même AD ; Et la ligne AD de 5 meſures, celle de *la diſtance*. Au ſecond temps le mobile ſans poids ſeroit porté en E. 12., & ſeroit cependant tombé de la longueur EF, 4. ; Et ſe trouvant en F, la droite AE. 12. ſera la *ligne d'impulſion*, EF. 4. celle de *la chûte reſpective*, & AF. 8. celle de *la diſtance*. Au troiſiéme temps la ligne d'impulſion ſera AG. 18., celle de la chûte GH. 9. & celle



2009 Ministerio de Cultura

de la distance A H. 9. Au quatriéme temps la ligne d'impulsion est A I. 24., celle de la chûte I K. 16., & celle de la distance A K. 8. Au cinquiéme temps celle d'impulsion est A L. 30., celle de la chûte L M. 25. & celle de la distance A M. 5. Enfin au sixiéme temps la ligne d'impulsion seroit A B de 36 mesures ou sextuple de la premiere A C, & celle de la chûte seroit aussi la même B A de 36 mesures.

LIV. VIII. CHAP. II. De la ligne d'égalité.

Et comme la ligne A B est le chemin qu'auroit fait en montant le mobile sans poids d'un mouvement égal, pendant qu'avec le poids il est monté de A en H & descendu de H en A, & dans le temps que le même poids seroit descendu du point B en A. C'est pour cette raison que Mr Cassini appelle cette droite A B *La ligne d'égalité.*

Il y auroit beaucoup de choses à considerer sur ce sujet, sur lequel je me contenteray de dire que cette ligne d'égalité A B est quadruple de la ligne du jet perpendiculaire A H, & partant double de la plus grande portée.

ARCHIVO FACULTATIVO

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VIII. CHAP III. Lignes d'égalité, d'impulsion & de chûte respective, sont trois proportionelles.

CHAPITRE III.

Lignes d'égalité, d'impulsion & de chute respective sont trois proportionelles.

MAINTENANT pour faire voir ce que nous avons dit, qu'en toute projection la ligne d'égalité, celle de l'impulsion, & celle de la chûte respective sont continuellement proportionelles; supposons que dans le jet A E C fait suivant la direction A B, la droite A D soit la ligne d'égalité, A B celle de l'impulsion, B C celle de la chûte respective & A C celle de la distance; Et disons que puisque la droite A D est le chemin que le mobile feroit en montant par la seule impression du dehors & en descendant dans le même temps par la seule impression de la pesanteur; si nous la prenons pour la mesure

2009 Ministerio de Cultura

du temps de l'un & de l'autre, il eſt conſtant que la droite A B ſera la meſure du temps que le même mobile employeroit à paſſer la même A B, porté du ſeul effort de la même impreſſion du dehors. Et comme dans le temps A B il eſt deſcendu par l'impreſſion de ſon poids de la hauteur perpendiculaire B C; cette hauteur B C ſera à la hauteur D A en raiſon doublée du temps de la chûte B C, qui eſt meſuré par A B, au temps de la chûte A D c'eſt à dire comme le quarré de la ligne A B eſt au quarré A D : & parrant les trois lignes B C, A B, A D ſont continuellement proportionelles.

LIV. VIII. CHAP III. Lignes d'égalité, d'impulſion, & de chute reſpective ſont trois proportionelles.

CHAPITRE IV.

Sur une direction & ſur une diſtance donnée, Trouver la ligne d'égalité.

MAINTENANT pour ſçavoir ſur une direction & ſur une diſtance donnée, Quelle eſt la longueur de la ligne d'égalité, comme ſur l'angle de la direction D A B & la ligne de la diſtance A C, c'eſt à dire ſur l'étenduë de la portée d'une piece ou d'un mortier, pointé ſuivant l'angle F A B complement du donné D A B, ſur le plan A C incliné de l'angle F A C. Il faut conſiderer que dans le triangle A B C, le côté A C & les deux angles A B C B A C, ſont donnés; Car A B C eſt égal à D A B, & B A C eſt la ſomme ou la difference des deux an-

CHAP. IV. Sur une direction & une diſtance donnée, Trouver la ligne d'égalité.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VIII. CHAP. IV. Sur une direction & une distance donnée, Trouver la ligne d'égalité.

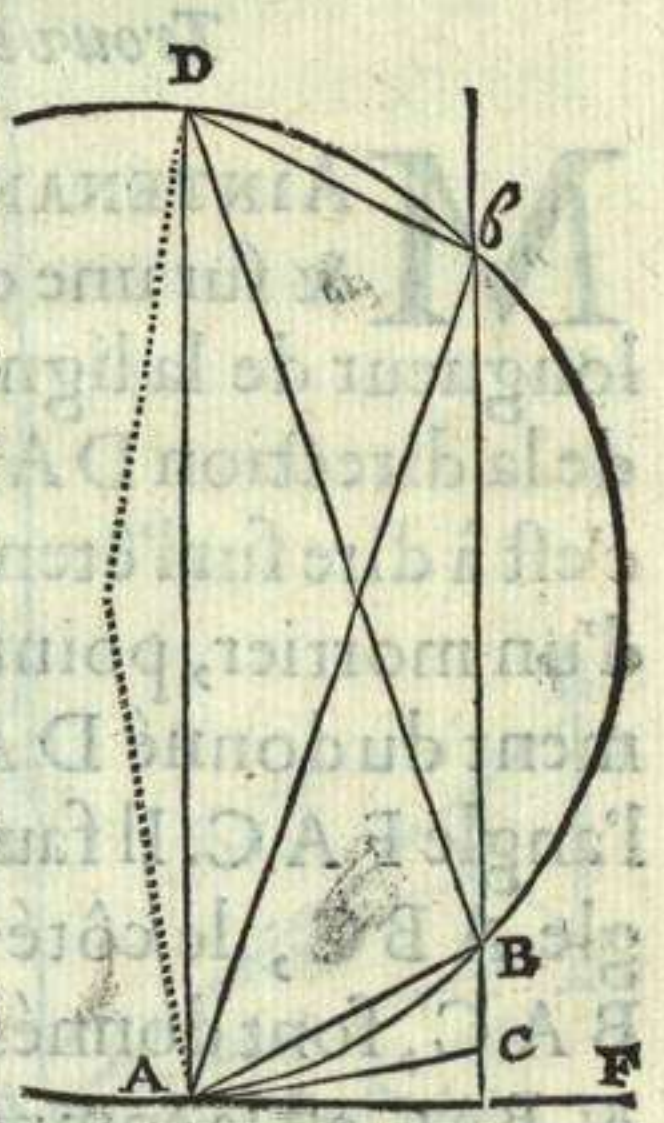
gles F A B, F A C qui sont ceux de l'inclination de la piece & du plan : & partant l'on peut conoître par les sinus les longueurs des lignes d'impulsion AB & de chûte respective BC ; Et par leur moïen trouver une troisiéme proportionelle A D qui sera la ligne d'égalité que l'on recherche.

CHAPITRE V.

La ligne d'égalité & la distance étant données : Trouver la direction.

CHAP. V La ligne d'égalité & la distance étant donnée, Trouver la direction.

MAIS si conoissant la ligne d'égalité l'on veut sçavoir à Quel angle il faut élever la direction de la piece pour la faire chasser à une distance donnée sur quelque plan que ce soit, horizontal ou incliné ? Voici ce qu'il faut faire. Soit la ligne d'égalité A D perpendiculaire à l'horizon, & la distance A C sur le plan A C, faisant avec la verticale A D quelque angle que ce soit D A C. Au point C soit êlevée C B *b* parallele à la verticale A D, & sur A D soit decrite la portion de cercle A B *b* D capable d'un angle égal à A C B, (laquelle touchera la perpendiculaire C B en un point si le probleme n'a



qu'une

2009 Ministerio de Cultura

qu'une ſolution, ou le coupera en deux points comme en B*b* s'il en a deux, ou ne le rencontrera point du tout s'il eſt impoſſible,) & les lignes menées du point A à ceux de leur rencontre comme A B, A *b*, ſeront celles de la direction que l'on demande, enſorte que F A étant horizontale, les angles F A B, F A *b* ſont ceux de la poſition du mortier pour le faire porter au point C. Car les deux triangles A B C, B A D ayant les angles D A B, A B C égaux, à cauſe des paralleles A D, B C; auſſi bien que les angles A C B, A B D par la conſtruction du cercle: Ils ſeront ſemblables; & B C *ligne de la chûte reſpective* ſera à A B *ligne d'impulſion* comme A B eſt à A D *ligne d'égalité*. Nous pourrons faire voir par le même raiſonnement que *b* C eſt à A *b* comme A *b* eſt à A D.

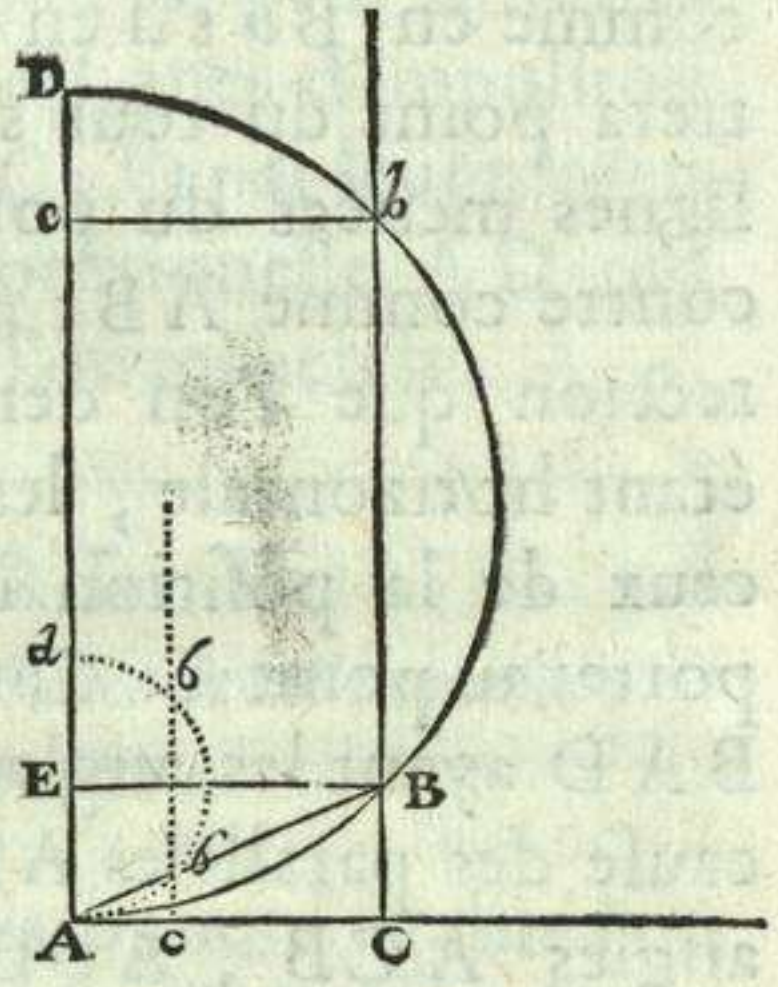
LIV. VIII. CHAP. V. La ligne d'égalité & la diſtance étant donnée, Trouver la direction.

Si la ligne du plan A C eſt horizontale, la portion du cercle eſt un demi-cercle; Si elle eſt êlevée ſur l'horizon, elle eſt moindre; Et plus grande que le demi-cercle ſi l'inclination eſt au deſſous. Où il eſt à remarquer, au ſujet des projections qui ſe font ſur un plan horizontal, c'eſt à dire au niveau de la batterie, qu'ayant dit cy-devant que la ligne d'égalité eſt quadruple de celle du jet perpendiculaire laquelle determine la force imprimée du mobile; ſi nous ſuppoſons, comme Galilée & Torricelli, que le diametre A *d* du demi-cercle A *b d*, ſoit égal au

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VIII. CHAP. V. La ligne d'égalité & la distance étant donnée, Trouver la direction.

quart de la ligne d'égalité, c'est à dire du diametre AD du demi-cercle ABD, & la ligne A*c* égale au quart de la distance horizontale AC; La droite *c b* parallele à CB ou AD, coupera la circonference A *b d* aux points recherchez, *b*, *b* semblables aux points B b de la circonference ABD, & les droites A *b* B, A *b* b prolongées, seront les mêmes que les lignes de la direction que l'on demande AB, Ab. Ce qui fait conoître que la propositon de ces Auteurs ne fait qu'un cas de celle de Mr. Cassini. L'on voit deplus, ce que nous avons dit cy-devant, que la ligne d'égalité AD étant quadruple de A *d*, qui determine la force imprimée du mobile & qui par consequent est égale à la moitié de la plus grande portée de la bombe avec la même force, est aussi double de la même plus grande portée.



2009 Ministerio de Cultura

LIV. VIII. CHAP. VI. Demonstration de la construction & de l'usage de l'instrument Universel pour le jet des Bombes.

CHAPITRE VI.

Demonstration de la Construction & de l'usage de l'instrument Universel pour le jet des Bombes.

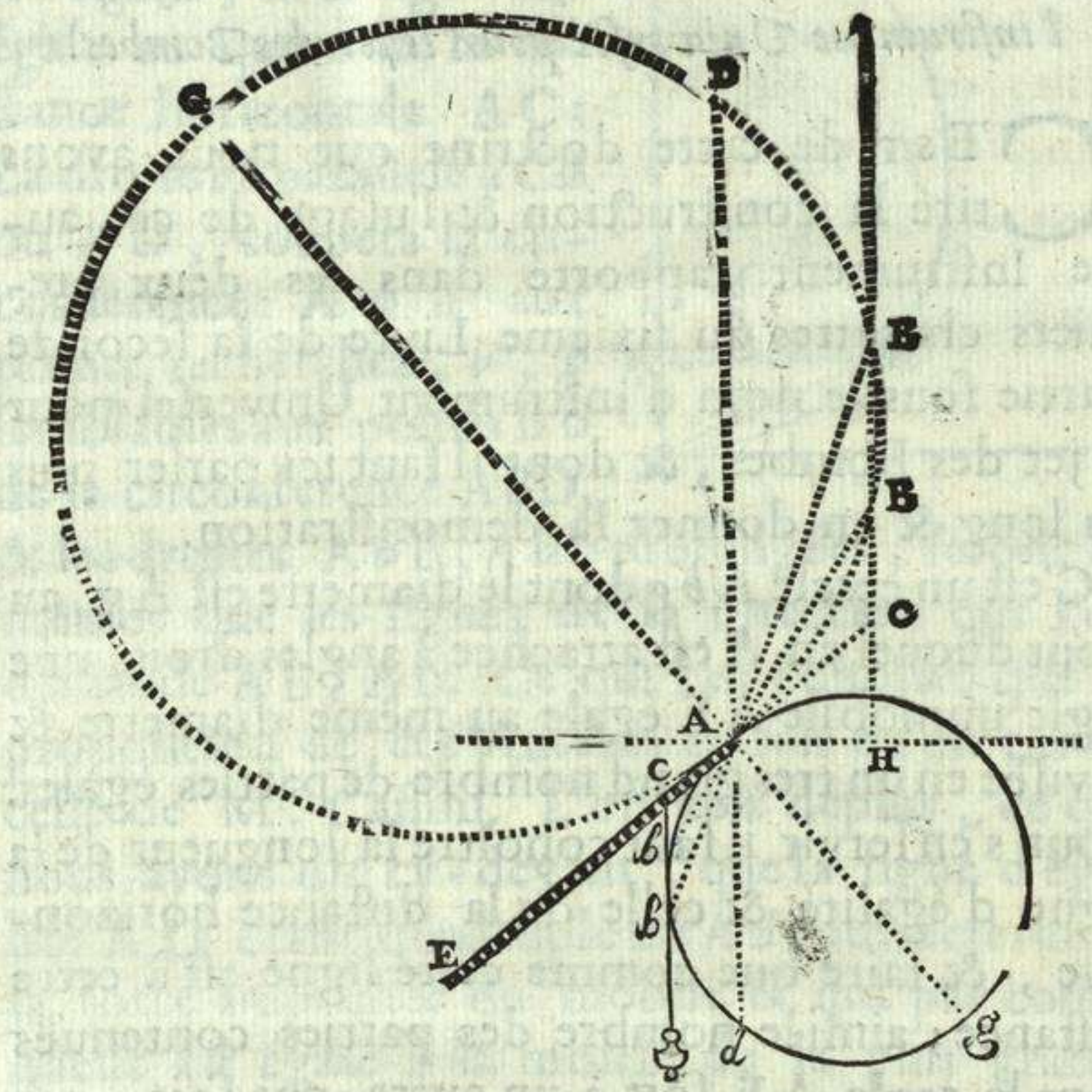
C'EST de cette doctrine que nous avons tiré la construction & l'usage de cet autre Instrument rapporté dans les deux premiers chapitres du sixiéme Livre de la seconde partie sous le nom d'Instrument Universel pour le jet des Bombes, & dont il faut ici parler plus au long & en donner la demonstration.

C'est un cercle A *b g* dont le diametre est A g, au bout duquel en A est attachée à angles droits une regle immobile A E égale au même diametre & divisée en un tres grand nombre de parties égales. Pour s'en servir il faut conoître la longueur de la ligne d'égalité & celle de la distance horizontale, & faire que comme cette ligne est à cette distance; ainsi le nombre des parties contenuës dans la regle A E soit à un autre, qui soit, par exemple, celui des parties compriſes entre A & *c*. Puis dressant la regle A E vers le but il faut laisser pendre un plomb du point *c* (dont le fil touchera la circonference du cercle, si le probleme n'a qu'une solution, ou le coupera en deux points comme *b*, *b*, s'il en a deux, ou ne le rencontrera point s'il est impossible;) les droites

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VIII. CHAP. VI. Demonſtration de la conſtruction & de l'uſage de l'inſtrument univerſel pour le jet des Bombes,

tirées du point A aux points de rencontre *b*, *b*, ſont celles de la direction de la piece ou du mortier que l'on demande.



La demonſtration en eſt aiſée ; Soit dans la figure expliquée cy-devant, la ligne d'égalité conuë A D perpendiculaire à l'horizon, la ligne de diſtance horizontale A H & le but C ſur le incliné A C où l'on veut que le coup frappe; la droite H C étant mené parallele à A D, ſi l'on

2009 Ministerio de Cultura

décrit ſur la verticale A D la portion de cercle A B D capable d'un angle égal à A C B dont le diametre ſoit A G perpendiculaire à A C, la circonference ſera rencontrée par la droite H C B aux points B, B, & les lignes A B, A B ſeront celles de la direction que l'on demande. Et comme les deux angles G A C, D A H ſont droits, ôtant l'angle comun D A C, les deux G A D, H A C ſont égaux, & les deux triangles rectangles A D G, H A C ſemblables, & partant comme D A eſt à A H, ainſi A G eſt à A C.

LIV VIII. CHAP. VI. Demonſtration de la conſtruction & de l'uſage de l'inſtrument Univerſel pour le jet des Bombes.

Maintenant ſi l'on applique l'inſtrument de telle ſorte que le bout A du diametre *g* A tombant ſur le point A, la regle E A ſoit tournée vers le but C, c'eſt à dire qu'elle convienne avec la ligne du plan incliné A C, le diametre *g* A continué tombera ſur le diametre A G; Et comme on a fait que E A ſoit A *c* comme D A eſt à A H; il s'enſuit que E A ou ſon égale *g* A, eſt à A *c* comme A G eſt à A C; Et le plomb *c b b* étant parallele à A D ou C B B, le cercle A *b g* ſera diviſé aux points, *b b*, comme le cercle A B G l'eſt aux points B B; & les droites *b* A, *b* A: continuées tomberont ſur les droites A B, A B; c'eſt à dire qu'elles ſeront celles des directions que l'on demande.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. VIII. CHAP. VII. Demonſtration de ce qui s'eſt ajouté à l'inſtrument Univerſel pour en rendre l'uſage plus facile.

CHAPITRE VII.

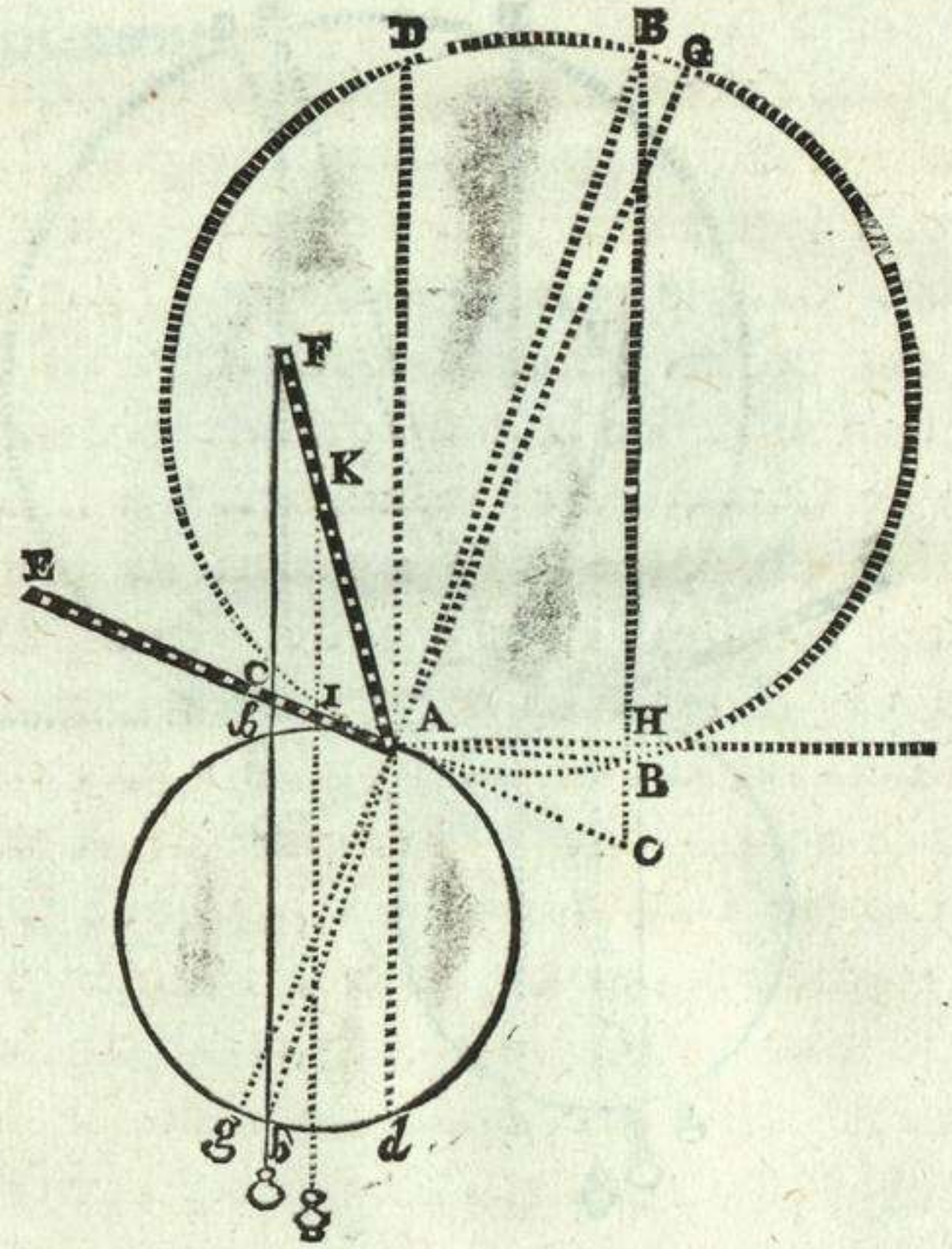
Demonſtration de ce qui s'eſt ajouté à l'inſtrument Vniverſel pour en rendre l'uſage plus facile.

SI l'on vouloit ſe ſervir de cet inſtrument ſans être obligé de faire de regle de Trois pour trouver le point c, il faudroit ajouter en A, comme nous avons fait au troiziéme Chapitre du ſixiéme Livre de la ſeconde partie, une autre regle mobile A F égale à A E ; & pour plus grande commodité, il ſeroit bon que l'une & l'autre fut diviſée en autant ou plus de parties qu'il a de toiſes, ou de pieds, ou d'autres meſures, dans la plus grande ligne d'égalité dont on peut ordinairement ſe ſervir, c'eſt à dire dans le double de la plus grande portée d'une piece de Canon ou d'un mortier. Car ſi la ligne d'égalité propoſée A D à autant de toiſes ou d'autres meſures qu'il y a de parties dans la regle A F, il ne faut que prendre autant de parties ſur la regle A E qu'il y a de toiſes dans la diſtance horizontale A H comme de A en *c*, & l'inſtrument étant poſé, en ſorte que la regle E A regarde le but C, il faut tourner la regle A F de maniere que le plomb tombant de l'extremité F paſſe par le point *c* & coupe le cercle en *b*. Mais ſi la ligne d'Egalité propoſée A D

2009 Ministerio de Cultura

eſt moindre, il faut prendre ſur la regle mobile un nombre de parties égal à celui des toiſes qu'elle contient comme de A en K, & ſur la regle immobile A E autant de parties qu'il y a de toiſes dans la ligne de diſtance horizontale A H comme de A en i, & tourner la regle AF en ſorte que le plomb tombant du point K paſſe par i : car laiſſant le tout en cette ſituation, le plomb tombant du point F paſſera par *c* & cou-

LIV. VIII. CHAP. VII. Demonſtration de ce qui s'eſt ajouté à l'inſtrument Univerſel, pour en rendre l'uſage plus facile.

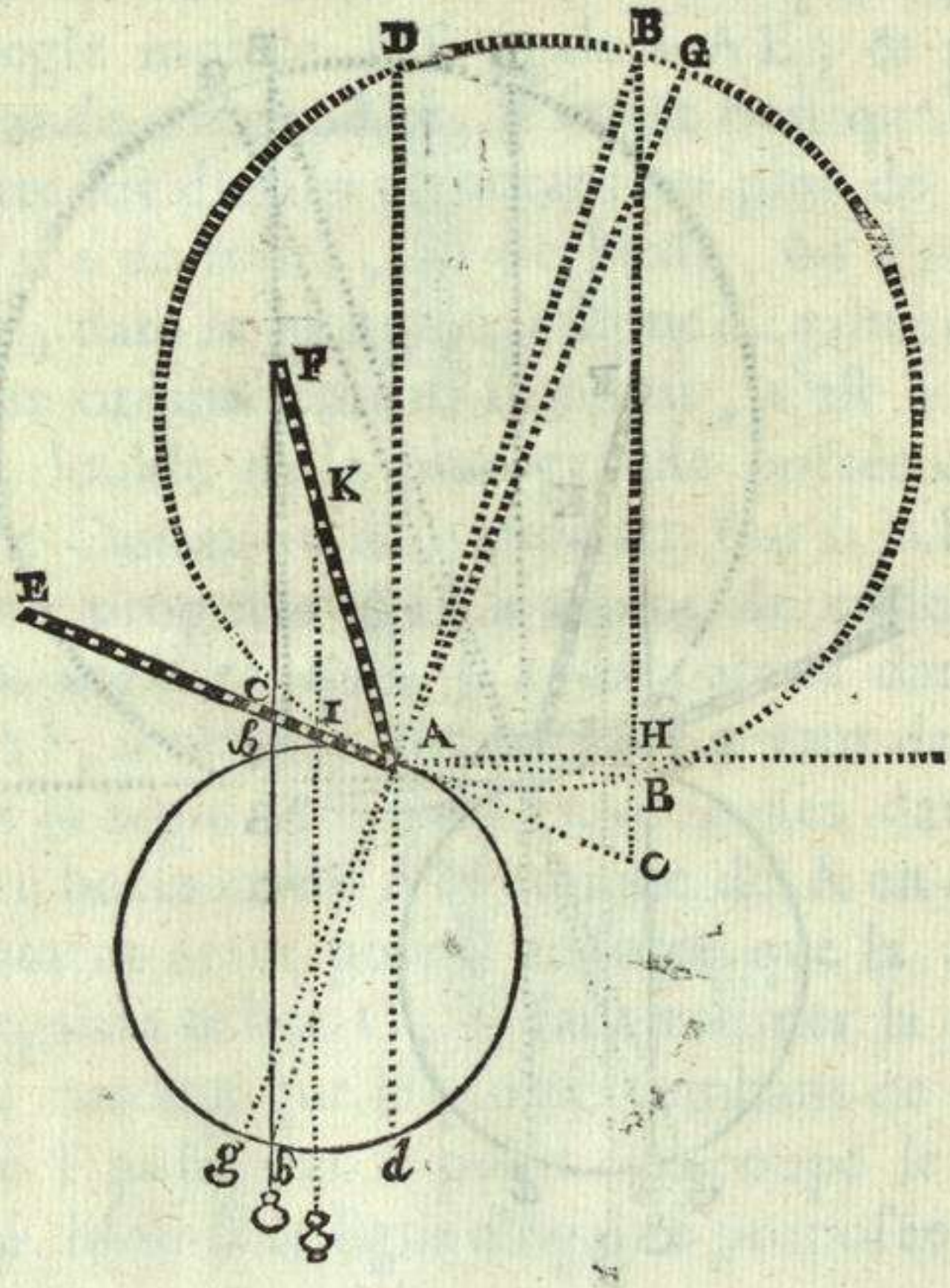


2009 Ministerio de Cultura

LIV. VIII. CHAP. VII. Demonſtration de ce qui s'eſt ajouté à l'inſtrument Univerſel pour en rendre l'uſage plus facile.

pera le cercle en *b* : *b* : comme on le demande.

La demonſtration eſt facile à comprendre; car A K ayant autant de parties que la ligne d'égalité propoſée A D à de toiſes, & A *i* autant de parties qu'il y a de toiſes dans la ligne de diſtance horizontale A H, il paroît que A K eſt à A *i* c'eſt à dire A F ou A E à A C comme A D eſt à A H; & l'on a par ce moïen ſans regle de Trois le point par lequel le plomb doit paſſer



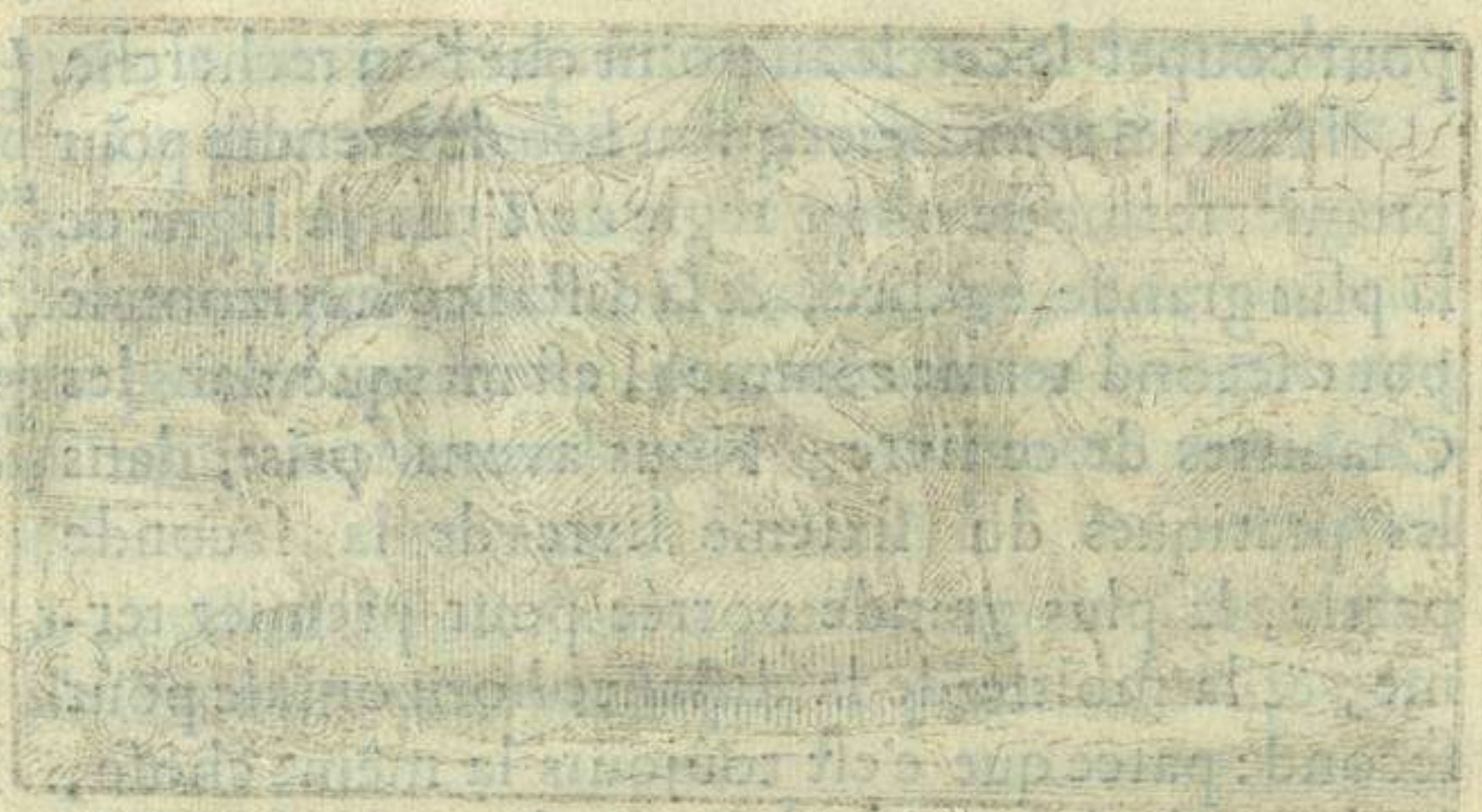
pour

pour couper le cercle au point que l'on recherche.

Il faut ici remarquer qu'au lieu de prendre pour premier terme de nôtre regle de Trois la ligne de la plus grande égalité, & la diſtance horizontale pour ſecond terme comme il eſt marqué dans les Chapitres de ce livre ; Nous avons pris, dans les pratiques du ſixiéme livre de la ſeconde partie, la plus grande portée pour premier terme, & la moitié de la diſtance horizontale pour ſecond : parce que c'eſt toûjours la même choſe, & dont il n'eſt pas beſoin de donner plus d'éclairciſſement.

LIV. VIII. CHAP. VII. Demonſtration de ce qui s'eſt ajouté à l'inſtrument Vniverſel pour en rendre l'uſage plus facile.

2009 Ministerio de Cultura



2009 Ministerio de Cultura

L'ART
DE JETTER
LES BOMBES,
ET DE CONNOITRE L'ETENDUE DES COUPS
de volée d'un Canon en toutes sortes d'Elevations.

QUATRIEME PARTIE.

RESOLUTION DES DIFFICULTEZ
qui se trouvent dans la doctrine du jet des Bombes.

IL faut maintenant parler des difficultez que l'on trouve dans la doctrine que nous avons expliquée en ces deux dernieres parties : afin qu'étant une fois bien entenduës, l'on puisse plus aisement faire conoître que les changemens qu'elles

Resolution des difficultez qui se trouvent dans la doctrine du jet des Bombes.

2009 Ministerio de Cultura

Resolution des difficultez qui se trouvent dans la doctrine du jet des Bombes.

apportent dans les effets ſont de ſi petite conſideration, qu'il n'y a point de lieu de s'y arrêter ni d'empêcher l'uſage de mes pratiques.

Tous les raiſonnemens dont on ſe ſert ſont de deux ſortes ; Les uns ſemblent detruire les ſuppoſitions que nous avons faites pour demontrer que la nature de la ligne courbe decrite par le paſſage d'un mobile jetté, étoit telle que nous l'avons expliquée dans la troiſiéme partie ; Et les autres trouvent tant de difficultez dans l'execution, qu'ils font douter que l'on puiſſe attendre aucun effet aſſûré des regles que nous avons enſeignées dans la ſeconde partie pour la pratique.

Pour repondre avec ordre aux uns & aux autres, nous traitterons premierement de ceux qui combattent la Theorie, remettant à examiner ceux qui ſont contre la Pratique, aprés que les premiers auront été reſolus.

2009 Ministerio de Cultura

LIVRE PREMIER. LIV. I.

Solution des Objections faites contre la Theorie.

CHAPITRE PREMIER.

Explication de ce qui a eſté ſuppoſé dans la Theorie.

CHAP. I. Explication de ce qui a eſté ſuppoſé dans la Theorie.

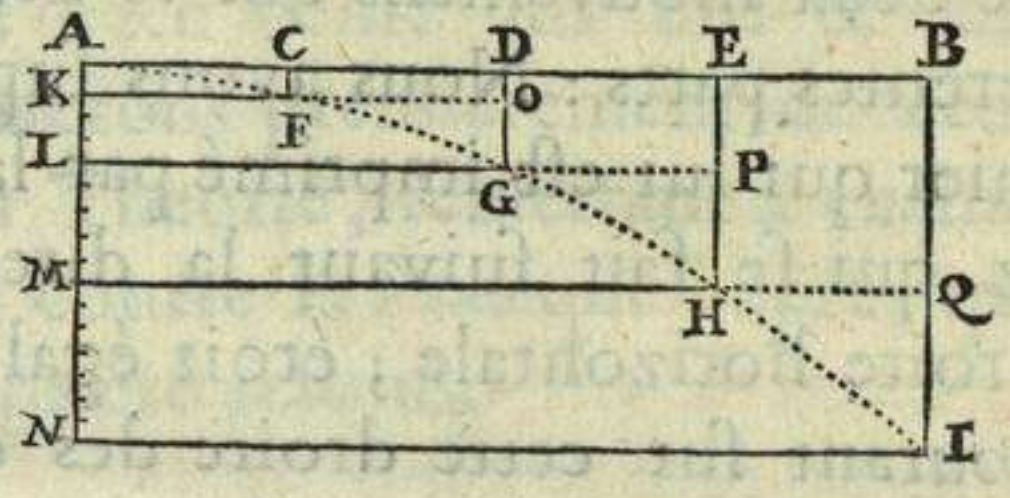
LORS que dans la troiſiéme partie nous avons voulu faire voir que la ligne que le mobile pouſſé horizontalement, decrit par ſon paſſage eſt parabolique, à cauſe qu'il eſt porté de deux mouvemens qui le determinent en differentes parts : Nous avons ſuppoſé que le premier qui lui eſt imprimé par la force exterieure & qui ſe fait ſuivant la direction de la ligne droite horizontale, étoit égal & uniforme parcourant ſur cette droite des eſpaces égaux en temps égaux ; Et que l'autre qui lui vient de ſa gravité naturelle, ſe faiſant par des droites perpendiculaires & paralleles, étoit inégal, mais uniformement acceleré, parcourant des eſpaces au long de ces paralleles qui ſont entr'eux en raiſon ſous doublée des temps qu'il employe à les parcourir.

Comme dans cette figure, qui eſt celle dont nous nous ſommes ſervis dans la troiſiéme par-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. I. Explication de ce qui a eſté ſuppoſé dans la Theorie.

tie : Pour faire voir que le mobile pouſſé du point A ſuivant la direction horizontale AB, decrivoit dans ſa projection la ligne paraboli-que AFGHI ; Nous avons premierement ſuppoſé que la ligne AB êtoit droite, & que le mouve-ment imprimé par la force externe au mobile, le determinoit de telle ſorte au long de la droi-te AB, que dans tout le temps de ſon mouve-ment il en parcouroit les eſpaces égaux comme AC,CD,DE &c. en temps égaux, pendant leſquels le même mobile porté par ſa peſanteur parcou-roit au long des droites perpendiculaires & pa-ralleles comme CF, DG, les eſpaces CF, DG, de telle ſorte que l'eſpace DG fait à CF, com-me le quarré du temps AD eſt au quarré du temps AC ; Et que de la compoſition de ces deux mouve-mens qui, chan-geant ſeulement la direction du mobile, ne s'a-portent au reſte aucun empechement l'un à l'au-tre, reſultoit la ligne de projection parabo-lique AFGHI.



2009 Ministerio de Cultura

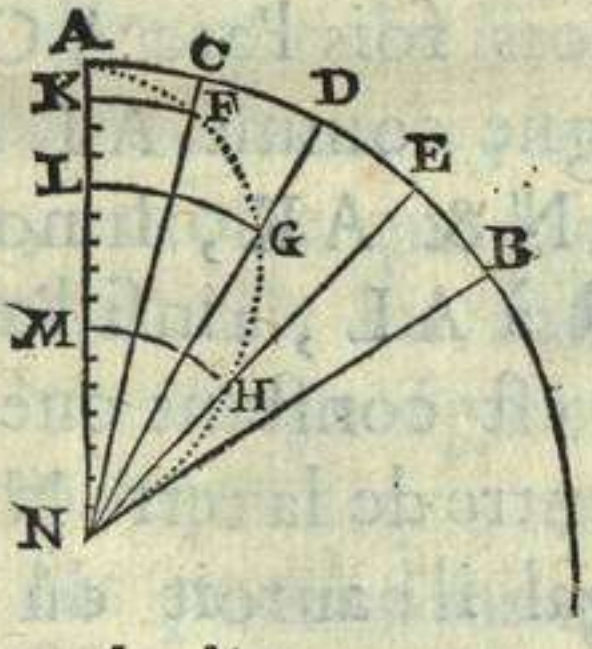
LIV. I. CHAP. II. *I. OBIECTION.* La ligne horizontale n'eſt point droite & les perpendiculaires ne ſont point paralleles.

CHAPITRE II.

PREMIERE OBJECTION.

La ligne horizontale n'eſt point droite, & les perpendiculaires ne ſont point paralleles.

OR comme il eſt faux de dire que l'horizontale AB ſoit ligne droite & que les perpendiculaires CF, DG ſoient paralleles; (Car AB, étant ſuppoſée également diſtante du centre de la Terre, fait un arc de cercle; & CF, DG étant perpendiculaires, concourent neceſſairement au centre;) Il paroit de la fauſſeté de ces ſuppoſitions: Et l'on peut voir que quand même il ſeroit veritable que le mouvement du dehors imprimé ſuivant la direction horizontale fut égal & uniforme, & que celui de la peſanteur ſuivant la direction perpendiculaire, ſuivit preciſement les loix du mouvement uniformement acceleré, la ligne de projection ne peut jamais être parabolique.

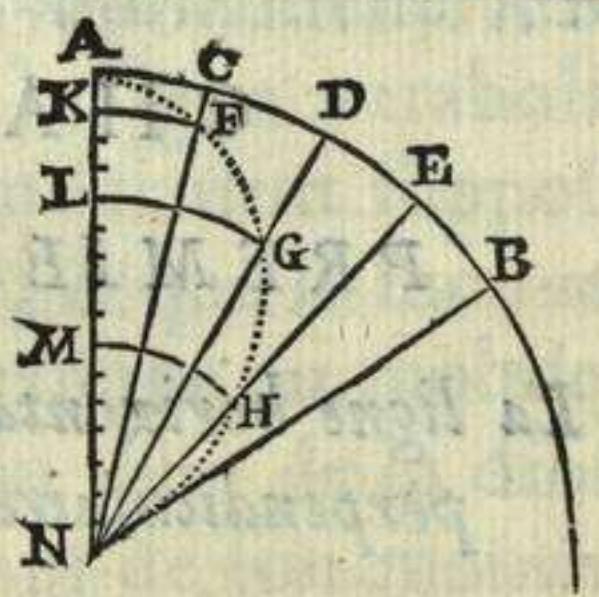


Car ſuppoſant le centre de la terre au point N ou concourent les perpendiculaires AN, CN,

2009 Ministerio de Cultura

L'IV. I. CHAP. II. *I. OBIECTION.* La ligne horizontale n'eſt point droite & les perpendiculaires ne ſont point paralleles.

DN; ſi nous concevons que le mobile partant du point A, ſoit porté par l'impreſſion exterieure d'un mouvement égal au long des arcs égaux AC, CD, DE, & par celle de ſa peſanteur d'un mouvement uniformement acceleré au long des perpendiculaires AN, CN, DN: Il eſt conſtant que ſi dans le temps qu'il arriveroit en C par le mouvement égal, il ſe trouvoit en F par l'acceleré: il ſe trouveroit en G par le même acceleré, lors que par l'égal il devroit être en D, parce que l'eſpace DG ou AL eſt quadruple de CF ou AK, comme l'arc AD eſt double de AC: Ainſi il ſeroit en H au troiſiéme temps AE, parce que EH ou AM contient neuf fois l'eſpace AK ou CF, comme l'arc AE contient trois fois l'arc AC. Maintenant, ayant pris une ligne comme AL moïenne Geometrique entre AN & AK, ſi nous faiſons que comme AK eſt à AL, ainſi l'arc AC ſoit à un autre AB; il eſt conſtant que le mobile ſe trouveroit au centre de la terre N, lors que par le mouvement égal il auroit dû parcourir l'arc AB. Où il paroît que la courbe de la projection AFGHN eſt une eſpece de Spirale fort élognée de la parabolique, qui de ſoy ne porteroit jamais le mobile



2009 Ministerio de Cultura

bile au centre. Car reprenant la figure de l'hypotheſe, ſi l'on prend le point N, pour le centre de la terre, il paroît que par la nature de la ligne parabolique, le mobile n'y arriveroit jamais, & qu'au contraire il en ſeroit élogné de toute la longueur de l'ordonnée NI, lors qu'il ſeroit tombé par ſon propre poids de la longueur de demi-diametre AN ou BI; D'où enſuite il s'en élogneroit davantage à l'infini. Ce qui eſt abſurde.

LIV I. CHAP. II. *I. OBIECTION.* La ligne horizontale n'eſt point droite & les perpendiculaires ne ſoint point paralleles.

CHAPITRE III.

II. OBIECTION.

La force imprimée au mobile n'eſt point perpetuelle, égale & uniforme.

IL n'eſt pas moins faux de dire que la force imprimée par la cauſe externe au mobile, ſoit perpetuelle égale & uniforme, enſorte que dans tout le temps de ſon mouvement elle lui faſſe parcourir des eſpaces égaux en temps égaux: car bien que cela pût-être en quelque façon veritable au cas que le mobile fut porté dans un milieu qui n'eût point de reſiſtance; celle de l'air, dans lequel nos boulets & nos bombes ſont portés par la violence que le feu du mortier ou du Canon leur imprime, ne peut aucu-

CHAP. III. La force imprimée au mobile n'eſt point perpetuelle, égale & uniforme.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. III. *II. OBIECT.* La force imprimée au mobile n'eſt point perpetuelle, égale & uniforme.

nement ſouffrir cette uniformité de mouvement.

Deplus ſi nous nous imaginons qu'un mobile ne peut point ſe mouvoir dans l'air, qu'il ne s'y faſſe faire place, en chaſſant à droite & à gauche les parties de l'air qu'il rencontre dans ſon paſſage : & que ces parties ayant de la peſanteur ne changent point de ſituation ſans être pouſſées par quelque force externe ; Nous n'aurons point de peine à comprendre que cette force ne leur peut être imprimée que par la violence du mouvement du mobile qui les rencontre. Et comme un corps qui ſe meut pert autant de ſa propre viteſſe qu'il en communique à un autre qu'il fait mouvoir ; il paroît que le mobile porté dans l'air ne ſçauroit en detourner les parties pour ſe faire un paſſage, ſans leur communiquer quelque choſe de la viteſſe de ſon mouvement, laquelle par ce moïen diminuë à meſure qu'il ſe meut, c'eſt à dire à meſure qu'il rencontre plus de parties de l'air qui s'oppoſent à ſon paſſage.

C'eſt ce qui fait cette ſi grande inégalité de viteſſe & de durée du mouvement des mobiles, ſuivant la diverſité des milieux dans leſquels ils ſont portés, & celle de leur matiere, de leur peſanteur, de leur figure & de l'impreſſion qu'ils ont receuë. Entre ceux la même qui ſe meuvent dans un même milieu comme dans l'air, & qui ſont de même matiere & de même figure, les

2009 Ministerio de Cultura

plus petits perdent bien plûtôt la force de leur mouvement que les plus grands, parce qu'ayant plus de ſurface à proportion de leur grandeur, ils rencontrent plus de parties de l'air qui leur reſiſtent.

LIV. I. CHAP. III. II. OBIECT. La force imprimée au mobile n'eſt pas perpetuelle, égale & uniforme.

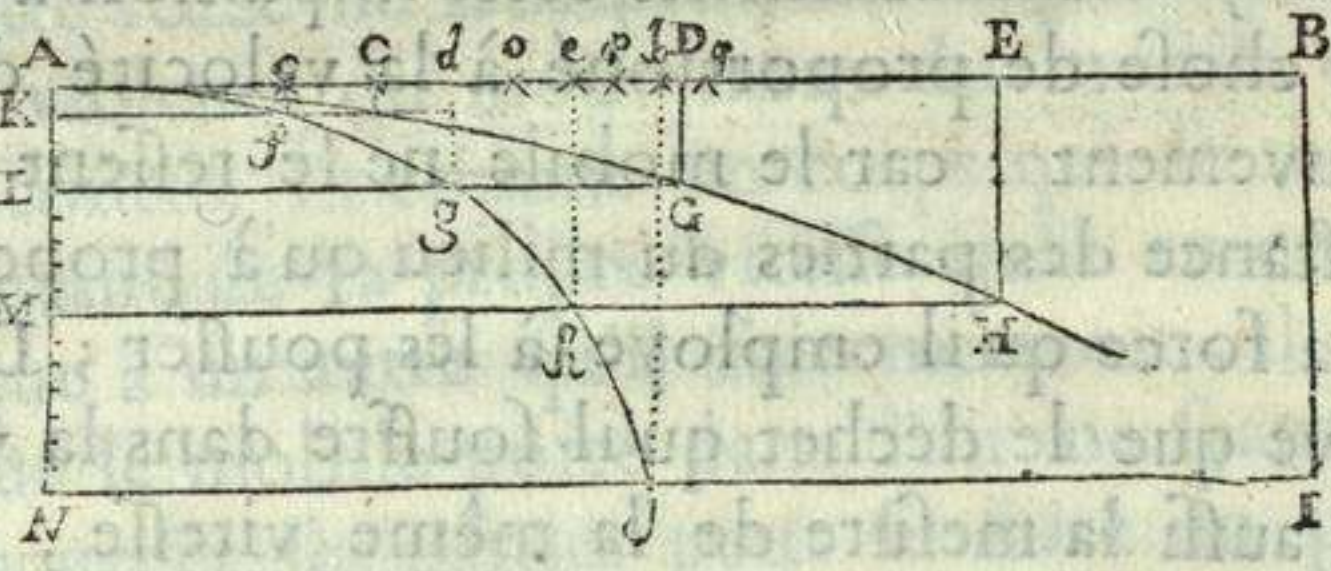
Pour ne point ſortir de nôtre ſujet l'on peut dire qu'un même mobile pouſſe avec plus de violence les parties de l'air qu'il rencontre lors qu'il a plus de viteſſe que lors qu'il en a moins; Et vray-ſemblablement cette impulſion à quelque choſe de proportioné à la velocité de ſon mouvement : car le mobile ne ſe reſſent de la reſiſtance des parties du milieu qu'à proportion de la force qu'il employe à les pouſſer ; D'où il arrive que le dechet qu'il ſouffre dans la viteſſe ſuit auſſi la meſure de la même viteſſe, c'eſt à dire que plus elle eſt grande & plus elle ſouffre de diminution par la reſiſtance de l'air.

Comme ſi nous entendons qu'un mobile porté ſuivant la direction horizontale A B, doive parcourir dans un milieu ſans reſiſtance par le mouvement imprimé du dehors les eſpaces égaux, A C, C D, D E, E B en temps égaux; pendant leſquels il doive deſcendre par le mouvement acceleré de ſa peſanteur au long des perpendiculaires C F, D G, E H, B I, pour decrire par ſa projection la ligne parabolique A F G H I : Il eſt conſtant que dans un milieu reſiſtant comme dans l'air, le mouvement im-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. III. *II. OBIECT.* La force imprimée au mobile n'eſt pas perpetuelle, égale & uniforme.

primé ſuivant la direction de la ligne A B ne lui fera point paſſer des eſpaces égaux en temps égaux ; mais qu'au contraire ces eſpaces diminueront dautant plus qu'il ſera porté avec plus de viteſſe. De maniere que ſi la reſiſtance de l'air eſt capable de diminuer le chemin A C de la longueur par exemple C *c*, enſorte que le mobile au premier temps meſuré par A C, au lieu de ſe trouver en C ſur l'horizontale,



n'arrive qu'à la diſtance A *c* ; ſa viteſſe au point *c* en ſera d'autant diminuée, & elle ſera d'autant moindre que celle qu'il avoit en A que la ligne A *c* eſt moindre que A C ; d'où il arrive que s'il ſe mouvoit du point *c* ſans trouver de reſiſtance, il parcouroit dans le ſecond temps, meſuré par C D, l'eſpace *c o* égal à A *c*. Mais à cauſe de l'oppoſition des parties de l'air, il n'arrive qu'à celui de *c d*, ſi le premier dechet *c* C eſt au deuxiéme *d o*, comme la premiere viteſſe en A eſt à la ſeconde en *c*, ou comme A C eſt à A *c*. Ainſi pre-

2009 Ministerio de Cultura

nant *dp* égale à *cd*, le mobile au troiſiéme temps D E arriveroit ſans reſiſtance en *p*; mais dans l'air il ne vient qu'en *e*, enſorte que le dechet *ep* ſoit au dechet *do* comme la viteſſe en *d* eſt à la viteſſe en *c*, ou comme *de* eſt à *cd*. Enfin ſi l'on fait *eq* égale à *de*, l'on peut voir que le mobile avec ſa viteſſe en *e* parviendroit au quatriéme temps E B en *q* ſans reſiſtance, & que dans l'air il ne vient qu'au point *b*, laiſſant l'eſpace du dechet *bq* qui a même proportion au dechet *ep*, que la viteſſe en *e* eſt à la viteſſe en *d*, ou comme *be* eſt à *de*.

LIV. I. CHAP. III. *II. OBJECT.* La force imprimée au mobile n'eſt pas perpetuelle, égale & uniforme.

De ſorte que ſi nous ſuppoſons que dans le premier temps A C le mobile ſoit arrivé par le mouvement de l'impulſion externe ſuivant la ligne horizontale A B au point *c*, & par celui de ſa peſanteur à la longueur A K ou *cf* ſur la perpendiculaire; Qu'en deux temps A D, il ſoit en *d* ſur l'horizontale, & en L ou *g* ſur la perpendiculaire; Qu'en trois temps A E, il ſoit parvenu horizontalement en *e*, & en M ou *h* ſur la perpendiculaire; Et qu'enfin en quatre temps A B il ſoit arrivé en *b* ſur l'horizontale par le mouvement imprimé, & en N ou *i* par l'acceleré de ſa peſanteur: L'on peut voir que par la compoſition de ces deux mouvemens, il aura decrit par ſa projection la ligne courbe A *fghi*, qui eſt fort élognée de la parabolique de l'ypotheſe A F G H I.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I.
CHAP. IV.
III. OBIECT.
La resistance de l'air altere les proportions du mouvement causé par la pesanteur.

CHAPITRE IV.

III. OBIECTION.

La resistance de l'air altere les proportions du mouvement causé par la pesanteur.

L'ON peut raisonnablement conjecturer que la même resistance des parties de l'air, n'apporte pas moins de changement au mouvement de la pesanteur qui se fait sur les perpendiculaires, dont il altere considerablement les proportions. Il seroit autrement mal aisé d'expliquer plusieurs experiences que l'on a faites: comme de dire pour quelle raison une fleche tirée perpendiculairement met moins de temps à monter qu'à descendre, & fait en tombant sur une matiere molasse moins d'impression à sa chûte de quelque hauteur que ce puisse être, que lors qu'elle est tirée de prés sur la même matiere? D'où vient qu'une balle de pistolet tirée sur le pavé de haut en bas à plomb de la hauteur de plus de trente toises, se trouve moins écachée & moins froissée, que lors qu'elle est tirée sur le même pavé de la hauteur seulement de huit ou dix pieds? & diverses autres de cette nature, dont on donne des raisons assez probables par la resistance de l'air.

Car si nous entendons que la fleche portée

2009 Ministerio de Cultura

dans un milieu ſans reſiſtance avec la force qui lui a été imprimée par le decochement de l'arc, monte à une hauteur determinée ; nous pourrons dire que tombant enſuite dans le même milieu, elle acquerra par le mouvement acceleré de ſa peſantur une force pareille à celle qui lui avoit été premierement imprimée, c'eſt à dire capable de la faire remonter à la même hauteur ; Que les eſpaces qu'elle parcourra en montant ſeront reciproquement les mêmes que ceux qu'elle paſſera en temps égaux en deſcendant ; Et que le temps qu'elle mettra à deſcendre ſera preciſement égal à celui qu'elle a employé à monter.

LIV. I. CHAP. IV. *III. OBIECT.* La reſiſtance de l'air altere les proportions du mouvement cauſé par la peſanteur.

Mais ſi la fleche portée dans l'air perd autant de ſa force imprimée qu'il faut qu'elle en communique aux parties de l'air qu'elle doit detourner pour paſſer ; il eſt conſtant qu'en montant elle n'arrivera qu'à une hauteur qui ſera moindre que la premiere ; Et que deſcendant enſuite de cette hauteur, le mouvement de ſa peſanteur ne pourra par conſequent lui faire aquerir qu'une force qui ſera moindre que celle de l'arc, quand même elle deſcendroit dans un milieu ſans reſiſtance. D'où vient que celle qu'il aquiert dans l'air à la fin de ſa chûte doit être notablement plus petite & faire beaucoup moins d'impreſſion ſur une matiere molaſſe, que lors qu'elle eſt tirée de prés avec la même impreſſion de l'arc.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. IV. *III. ORIFCT.* La resistance de l'air altere les proportions du mouvement causé par la pesanteur.

Maintenant les forces & les vitesses étant proportionelles, si la fleche dans l'air à moins de force en descendant qu'elle n'en avoit par l'impression de l'arc en montant ; il paroît qu'elle descend avec moins de vitesse : & comme elle passe des espaces égaux en l'un & en l'autre, elle doit necessairement emploïer plus de temps à parcourir celui de la descente qu'elle n'en aura mis à passer celui de la montée qu'elle aura parcouru avec plus de vitesse.

C'est aussi de cette maniere que l'on peut expliquer la difference qui se trouve entre deux coups de pistolet, dont l'un est tiré en bas à plomb d'une grande hauteur comme de trente toises, & l'autre à la distance seulement de huit ou dix pieds. Car s'il passoient tous deux dans un milieu sans resistance, il y a apparance que la force qui a été également imprimée par le feu à l'un & à l'autre, dureroit toûjours sans alteration & passeroit des espaces égaux dans des temps égaux, & que de plus arrivant à cette force externe un nouvel accroissement de viteſſe imprimée par la pesanteur à chaque momoment de la chûte ; il est constant que la force & la viteſſe d'une balle de pistolet tirée d'une grande hauteur seroit beaucoup plus grande que celle de la balle tirée de prés : car l'une & l'autre ayant toûjours la même impression du feu, la premiere auroit encore au pardessus de la seconde,

2009 Ministerio de Cultura

conde, la force & la viteſſe qu'elle auroit aquiſe dans tout le temps qu'elle auroit mis à paſſer un plus grand eſpace en tombant.

LIV. I. CHAP. IV. *HI. OBIECT.* La reſiſtance de l'air altere les proportions du mouvement cauſé par la peſanteur.

Ce qui n'arrive pas dans l'air dont les parties, devant être chaſſées pour donner paſſage à la balle, derobent à chaque moment une portion ſi conſiderable de ſa viteſſe, tant de celle qui lui eſt imprimée par le feu que de celle qui lui vient de ſa peſanteur, que le compoſé de l'une & de l'autre ſe trouve à la fin moindre que celle qu'il avoit reçû du feu dans le commencement de ſa chûte, c'eſt à dire que celle de la balle tirée d'une petite diſtance.

C'eſt ce qui fait preſumer que cette balle de piſtolet tombant dans l'air de quelque hauteur que ce puiſſe être, ne pourroit jamais parvenir, par la ſeule impreſſion de ſa peſanteur, à un degré de viteſſe & de force pareil à celui que le feu du piſtolet lui imprime ; y ayant peu d'apparance que la reſiſtance de l'air lui permette jamais d'aquerir d'elle-même une force, qui lui étant une fois imprimée d'ailleurs, lui eſt ſi facilement & en ſi peu de temps ôtée par la même reſiſtance.

Au contraire on peut dire vrai-ſemblablement que chaque corps ſelon ſon poids, ſa matiere, & ſa figure, à dans chaque milieu un certain degré de viteſſe determiné à laquelle il peut arriver en tombant; Aprés quoy ſe trouvant, pour

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. IV. *III. OBIECT.* La resistance de l'air altere les proportions du mouvement causé par la pesanteur.

ainsi dire, en équilibre avec la resistance du milieu, il cesse de recevoir accroissement de viteſſe, & son mouvement devient peut-être alors égal & uniforme; au moins tant qu'il trouve de l'uniformité dans les parties du milieu: Qui par leur constipation peuvent à la fin devenir assez fortes pour, non seulement diminuer, mais même pour faire entierement cesser le mouvement du corps tombant.

Et c'est en ce sens que l'on peut en quelque maniere appeller surnaturelle, la viteſſe qu'une force externe imprime au corps, lors qu'elle est plus grande que celle qu'il peut naturalement aquerir en tombant; c'est à dire lors qu'elle surpasse ce degré determiné, au dela duquel l'action de sa pesanteur ne lui donne plus d'accroissement de viteſſe. Ainsi cette force & cette velocité que le feu du pistolet confere à la balle, lui est en quelque façon surnaturelle, puis qu'elle est plus grande que celle que la resistance de l'air lui peut permettre d'aquerir dans sa chûte à quelque hauteur que ce soit.

2009 Ministerio de Cultura

CHAPITRE V.

IV. OBIECTION.

Deux mouvemens differens n'entrent point en composition l'un avec l'autre sans alteration.

LIV. I. CHAP. V. *IV. OBIECT.* Deux mouvemens differens n'entrent point en composition l'un avec l'autre sans alteration.

OUTRE ces difficultez qui detruisent les hypotheses sur lesquelles la doctrine de la projection est fondée, l'on peut encore ajouter qu'il est malaisé de comprendre que deux mouvemens si differens comme sont l'égal & uniforme, & celui qui est uniformement acceleré, puissent entrer en composition l'un avec l'autre sans donner ny recevoir aucune alteration; C'est à dire que chacun d'eux agisse, dans la composition, en la même maniere qu'ils agiroient s'ils étoient separez, & que l'égal conserve son égalité dans sa direction & l'acceleré ses degrez d'acceleration proportionée selon la ligne perpendiculaire.

Ce qui est même assez contraire à l'experience: car dans cette hypothese un corps pesant feroit toûjours autant de chemin en tombant par le mouvement acceleré sur les perpendiculaires, soit qu'il fut emporté d'un mouvement imprimé du dehors avec quelque degré de viteſſe que ce puisse être, soit qu'il ne se ressentit d'aucune autre impression que de celle de sa pesanteur;

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP. V. *IV. OBJECT.* Deux mouvemens differens n'entrent point en composition l'un avec l'autre sans alteration.

& partant un mobile mettroit juſtement à arriver à terre d'une certaine hauteur en tombant ſeulement de ſon propre poids, qu'il en mettroit étant emporté d'une impreſſion horizontale par laquelle il pût faire un tres grand chemin. C'eſt à dire que comme un boulet de Canon ne met, par exemple, que la moitié d'une ſeconde de temps à tomber de ſon propre poids de la hauteur de trois pieds ; il devroit arriver à terre dans le même temps partant d'une piece élevée de trois pieds & pointée horizontalement, qui ſeroit capable de le chaſſer à longueur de huit cens toiſes : ce qui eſt abſurde. Car toutes les experiences font conoître que ces portées horizontales tirées d'une certaine hauteur, employent toûjours plus de temps avant que d'arriver à terre, qu'il n'en faudroit au boulet pour tomber cependant d'une hauteur quatre fois, & même en certain cas dix fois plus grande.

Ceci ſe reconoit encore dans les jets d'eau, & le pere Merſene dit à ce ſujet dans ſes hydrauliques, que le Dragon de Ruel, (qui eſt un jet qui ſe tourne de toutes parts,) élevé de quatre pieds ſur l'horizon, jettoit l'eau ſuivant la direction horizontale à trente pieds de diſtance en deux ſecondes de temps ; pendant lequel l'eau ſeroit deſcenduë par le ſeul mouvement de ſa peſanteur, de la hauteur perpendiculaire de plus de quarante huit pieds. Car

2009 Ministerio de Cultura

comme les eſpaces parcourus du mouvement accelerè ſont entr'eux comme les quarrez des temps, s'il eſt vray, comme on le voit par l'experience, qu'un mobile tombe de la hauteur de trois pieds perpendiculaires en une demi ſeconde de temps ; En deux ſecondes c'eſt à dire en un temps quadruple du premier, il doit tomber d'une hauteur ſeize fois plus grande c'eſt à dire de celle de quarante huit pieds.

LIV. IV. CHAP. V. Deux mouvemens differens n'entrent point en compoſition l'un avec l'autre ſans alteration.

Les arquebuſes rayées tirées debut en blanc portent juſte à la longueur de cent toiſes dans le temps d'une ſeconde, dont la balle devroit neanmoins tomber à terre à la moitié du chemin, ſi l'effet de ſa peſanteur n'étoit pas ſuſpendu par la force de l'impulſion de la poudre.

CHAPITRE VI.

V. OBIECTION.

Les eſpaces parcourus par le mobile tombant ne ſont peut étre pas dans la proportion des quarrés des temps de la chûte.

CHAP. VI. *V. OBIECTION.* Les eſpaces parcourus par le mobile tombant ne ſont peut être pas dans la proportion des quarrés des temps de la chûte.

LA figure parabolique que l'on donne à la ligne de la projection ſe trouveroit fort alterée, & toutes les conſequences que l'on en tire ; ſi les eſpaces qu'un mobile parcourt par le mouvement acceleré de ſa peſanteur, étoient entr'eux comme les ſinus verſes, ou s'ils ſui-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. I. CHAP VI. *V. OBIECTION.* Les eſpaces parcourus par le mobile tombant ne ſont peut-être pas dans la proportion des quarrés des temps de la chûte.

voient quelque autre proportion differente de celle des quarrez de temps, comme il eſt ſuppoſé pour produire la ligne parabolique. Et comme il n'a pas juſqu'ici paru de demonſtration de cette hypotheſe, il y a lieu d'en douter ; Dautant plus que ces differentes opinions ont êté avancées & ſont encore ſoûtenuës par des hommes de grande reputation.

CHAPITRE VII.

VI. OBIECTION.

Cette Theorie eſt ſouvent contraire à l'experience.

CHAP. VII. *V I. OBIECT.* Cette Theorie eſt ſouvent contraire à l'experience.

ENFIN ce qui peut le plus embaraſſer dans ce ſyſteme, c'eſt qu'en pluſieurs cas il eſt fort contraire à l'experience. Car ſans s'arrêter à celles qui peuvent avoir donné lieu aux regles d'Ufano, de Galée, & des autres dont il a êté parlé dans la premiere partie ; il eſt certain qu'un mouſquet qui chaſſera par exemple à la longueur de trois cens ſoixante toiſes à toute volée, portera cent toiſes de but en blanc, c'eſt à dire plus du quart de ſa plus grande portée: Au lieu que ſuivant les tables de cette hypotheſe il ne devroit point chaſſer du tout êtant tiré horizontalement ; Et qu'à l'élevation d'un degré il ne devroit porter gueres plus loin qu'à la trentiéme partie de la même portée, & à la quinzié-

2009 Ministerio de Cultura

me êlevé de deux degrez ; Et qu'enfin pour le faire chaſſer à celle de cent toiſes, lors qu'à 45 degrez il porte à trois cens ſoixante to., Il faudroit le tirer ſous la direction de huit degrez. De ſorte qu'un ſoldat qui croiroit tirer ſon mouſquet à la hauteur de ſon œil, le tiendroit êlevé au pardeſſus à la hauteur de huit degrez ſans le conoître. Ce qui eſt abſurde.

LIV. I. CHAP. VI. *VI. OBIECT.* Cette Theorie eſt ſouvent contraire à l'experience.

2009 Ministerio de Cultura

LIVRE DEUXIE'ME.

Réponſes aux Objections propoſées contre la Theorie.

Liv. II. Réponſes aux Objections propoſées contre la Theorie.

VOILA la plus grande & la plus importante partie des raiſons que l'on apporte contre les ſuppoſitions ſur qui nous avons fondé la doctrine des projections que nous avons expliquée ; Auſquelles nous allons repondre à peu prés dans le même ordre qu'elles ont êté propoſées.

CHAPITRE PREMIER.

Réponſe à la premiere Objection.

Chap. I. Réponſe à la premiere objection.

L'ON ne peut rien nier dans la premiere; étant tres - veritable (à le prendre à la rigueur ,) que les lignes horizontales , c'eſt à dire également diſtantes du centre de la terre en toutes leurs parties , ſont des arcs de cercle & ne peuvent jamais être lignes droites; & que les perpendiculaires , c'eſt à dire celles qui tendent au même centre , ne ſçauroient jamais être paralleles. Et qu'ainſi la ligne de projection d'un corps peſant , ſuppoſé même que le mouvement, imprimé

2009 Ministerio de Cultura

imprimé fut égal & uniforme & celui de la pe-
ſanteur uniformement acceleré, ne peut être
ligne parabolique, mais bien une eſpece de ſpi-
rale.

LIV. II. CHAP. I. Reponſe à la premiere objection.

Il n'y a rien, dis-je, de plus certain que ce raiſonement pris dans la ſeverité des demonſtrations Geometriques ; Mais ſi l'on conſidere la diſtance qu'il y a entre le centre de la Terre & le lieu où nous faiſons nos projections, & le peu d'étenduë de ces mêmes portées en comparaiſon de ſa ſurface : l'on ne pourra pas trouver mauvais que nous faſſions les mêmes hypotheſes qu'Archimede a faites ſur un ſujet de pareille nature, lors que dans ſon livre *des Equiponderans* & dans celui *de la Quadrature de la parabole*, il a ſuppoſé que le joug de la balance poſée horizontalement fut une ligne droite, & que les cordes, auſquelles les poids pendans aux bouts de la balance ſont attachez, fuſſent paralleles entr'elles ; Quoy qu'en effet le joug horizontal ſoit portion de cercle & les cordes perpendiculaires, ſoient lignes qui ſe rencontrent au centre de Terre.

Cependant comme les conſequences qu'Archimede à tirées de ſes ſuppoſitions, qui ſont d'une verité inconteſtable dans la Theorie, rapportées à la Pratique des plus grandes meſures qui ſoient parmi nous, reçoivent ſi peu d'alteration, (pour ne pas dire point du tout,

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. I. Reponſe à la premiere objection.

au moins qui ſoit ſenſible :) Perſonne n'a fait difficulté de les admettre ; Et c'eſt ſur ce fondement que nous avons la plûpart de nos plus belles conoiſſances de Mecanique.

A ſon exemple nous pouvons bien ſuppoſer la même choſe. Et comme on ne peut nier que les projections qui ſeroient faites horizontalement dans une diſtance *infiniment* élognée du centre de la Terre, (dans laquelle la ligne de direction horizontale du mouvement imprimé du dehors ſeroit une ligne droite, & les perpendiculaires du mouvement de la peſanteur du mobile ſeroient des lignes paralleles,) ne ſoient lignes paraboliques : l'on ne peut auſſi raiſonablement diſputer que les projections qui ſe font parmi nous, mêmes les plus grandes & des plus grandes hauteurs, ne ſoient de la même nature ; s'il n'y a point de difference, ou ſi celle qui s'y rencontre eſt telle qu'il ſoit impoſſible de s'en appercevoir.

Or il eſt vray que poſant qu'il fut poſſible qu'une piece d'Artillerie, pointée horizontalement ſur une montagne de cent toiſes de haut au deſſus du niveau d'une Campagne, chaſſât à la longueur d'une de nos lieuës ordinaires de 2500 toiſes, qui eſt la plus grande diſtance que l'on puiſſe s'imaginer pour la portée d'une piece pointée horizontalement : les perpendiculaires tirées des extremitez de cette longueur,

2009 Ministerio de Cultura

ne ſe raprochent pas de la grandeur de ſix pouces dans toute cette étenduë d'une lieuë & dans la hauteur de cent toiſes.

LIV. II. CHAP. I. Reponſe à la premiere objection.

Ainſi je laiſſe à juger ſi trouvant par le calcul des tables faites ſur la nature de la ligne parabolique, qu'une portée dût être de 2500 toiſes; il arrivoit que cette portée par l'experience n'arrivât qu'à la longueur de 2499 toiſes 5 pieds & 6 pouces & demi; l'on en devroit plûtot imputer la faute à l'inclination des perpendiculaires qu'à toute autre raiſon: vû même qu'il eſt moralement impoſſible de s'aſſûrer juſqu'à ce point de l'exactitude de la meſure actuelle dans une ſi grande étenduë.

Ce que je dis de ſix pouces dans cette ſuppoſition qui ne vient peut-être jamais en pratique, ne monte pas à ſix lignes aux projections de cent toiſes de longueur ſur vint toiſes de hauteur, & vient abſolument à rien dans nos portées ordinaires.

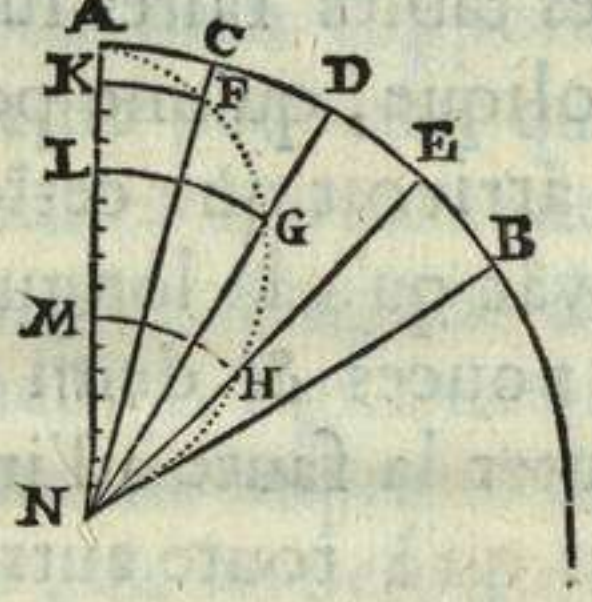
C'eſt à dire que bien que la ligne de la projection d'un mobile ſoit veritablement une helice ou ſpirale du ſecond genre dans toute ſon étenduë, à le prendre depuis le point du depart juſqu'à celui du centre de la Terre, (au cas que le chemin lui fut ouvert;) il eſt auſſi tres vray que la portion de cette helice, qui eſt coupée dans ſon commencement par la ſurface de la terre que nous habitons, eſt tellement ſem-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. I. Réponſe à la premiere objection.

blable à la ligne parabolique, que l'on peut hardiment prendre l'une pour l'autre, ſans craindre de faire erreur qui puiſſe jamais devenir ſenſible dans nos pratiques.

Comme dans la figure qui a été raportée cy devant. Quoy que toute la ligne AFGHN de la projection d'un mobile depuis le point du depart A êlevé, par exemple, de la hauteur AK ſur l'horizon KF, juſqu'au centre de la Terre N, ſoit une helice ou ſpirale ; Sa portion neanmoins AF coupée dans ſon commencement par la ſurface de la terre KF, ſur laquelle la projection eſt terminée, eſt tellement ſemblable à la ligne parabolique que, même ſuppoſé que la hauteur AK fut de cent toiſes, & l'horizontale AC d'une lieuë ou de 2500 toiſes; la portée KF qui, dans l'hypotheſe que AF ſoit parabolique, eſt auſſi de 2500 to., n'en eſt pas élognée de ſix pouces dans l'helice, dans laquelle elle eſt de 2499 to. 5 pieds $6\frac{1}{2}$ pouces. La même KF ne ſera point differente de l'horizontale AC de ſix lignes, ſi AC eſt ſuppoſée de cent toiſes & AK de vint to.; Car KF ſera de 999 to. 5 pieds 11 pouces $6\frac{1}{5}$ lignes. Ce qui s'évanoüit entierement aux projections ordinaires dont les portées ne ſont pas ſi grandes, non plus que les hauteurs au deſſus du niveau.



2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. II. Réponſe à la ſeconde objection.

CHAPITRE II.

Réponſe à la ſeconde objection.

IL ne ſeroit pas plus raiſonnable de conteſter la ſeconde des raiſons, que l'on apporte contre nôtre hypotheſe, pour expliquer les alterations que la reſiſtance de l'air peut apporter au chemin que doit faire un mobile pouſſé d'une force externe, dont nous avons ſuppoſé les eſpaces égaux qui ſont parcourus dans des temps égaux. Car il eſt vray qu'un mobile ne ſçauroit detourner les parties de l'air qu'il rencontre dans ſon paſſage, ſans leur imprimer du mouvement & ſans diminuer par conſequent la viteſſe de celui qui lui a été imprimé du dehors.

Il eſt donc tres veritable que, (raiſonant à toute rigueur,) les eſpaces qu'ils parcourent dans des temps égaux, avec une viteſſe qui diminuë continuellement, ne peuvent point être égaux: & que, ſuppoſé même que le mouvement de la peſanteur qui ſe fait par les perpendiculaires, ſuivit toûjours les loix du mouvement uniformement acceleré; la ligne neanmoins de la projection, qui nait de la compoſition de ces deux mouvemens, ne ſçauroit être ligne parabolique. Reſte donc à conſiderer de combien les projections qui ſe font parmi nous, où la reſiſtance

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. II. Réponſe à la ſeconde objection.

de l'air s'oppoſe au paſſage du mobile & en altere le mouvement, ſont differentes de celles qui ſe feroient avec la même direction & les mêmes degrez de viteſſe dans un milieu ſans reſiſtance.

Il eſt difficile, (pour ne pas dire impoſſible,) de parler avec ſcience & certitude de tous les effets de la reſiſtance en general, à cauſe de ſon irregularité preſqu'infinie; agiſſant en mille manieres differentes ſur les mobiles, non ſeulement ſuivant les differences de leur peſanteur, de leur matiere, de leur figure, de leur direction, de la viteſſe & de la durée de leur mouvement, & des eſpaces qu ils parcourent, ainſi que nous avons dit cy-devant; mais même ſuivant la difference des parties du milieu qui la cauſent, leur rareté ou denſité, leur dureté ou molleſſe, leur tenacité, leur poids, leur configuration, leur reſſort, leur ſituation, leur repos ou leur agitation, & la facilité ou la difficulté qu'elles ont à recevoir l'impreſſion des cauſes externes & à la conſerver long temps ou la perdre auſſi-tôt qu'elles l'ont receuë.

Toutes ces differences, qui ſont cauſe, comme j'ay dit, que l'on ne peut pas faire une ſcience complete ſur ce ſujet, n'empêchent pas neanmoins que l'on ne ſçache que les corps peſants, de figure ronde, & dont la viteſſe n'eſt pas exceſſive, ſont ceux qui ſe reſſentent le moins de

2009 Ministerio de Cultura

cette resistance, lors qu'ils sont portés dans un milieu rare comme est celui dans lequel nous faisons nos projections ordinaires, c'est à dire dans l'air. Et qu'ainsi ces projections & particulierement celles des Bombes, à qui le feu du mortier n'imprime point de viteſſe demeſurée, qui ſont rondes, d'un aſſez grands poids & qui ne ſont pas portées dans des diſtances exceſſives, ſont du nombre de celles qui ſe trouvent le moins alterées; Et ſi on les examine de prés, on trouvera que la ligne qu'elles traçent dans l'air par leur paſſage eſt tellement ſemblable à la parabolique, que l'on peut dire hardiment que l'alteration qu'elles reçoivent de la reſiſtance du milieu eſt abſolument inſenſible.

LIV. II. CHAP. II. Réponſe à la ſeconde objection.

Car, (à le bien prendre,) la petiteſſe & le peu de durée des mouvemens que nous pouvons imprimer par artifice aux mobiles & que nous pratiquons ordinairement parmi nous, font que l'on ne ſe peut preſque point appercevoir qu'ils ſont retardez ou arrêtés par les empechemens du dehors; Entre leſquels celui de la reſiſtance du milieu dans lequel ſe fait le mouvement eſt le plus conſiderable.

La force & l'énergie de la reſiſtance de l'air ſe fait principalement conoître ſur les mobiles en deux rencontres, l'une en ce qu'elle altere plûtôt & plus conſiderablement le mouvement de ceux qui ont peu de poids, que de ceux qui

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. II. Réponſe à la ſeconde objection.

ſont plus peſans. L'autre eſt à l'égard des mobiles ſemblables, égaux & de même peſanteur, mais qui ſont portez avec des viteſſes differentes, ſur qui la reſiſtance de l'air fait d'autant plus d'impreſſion que leur mouvement ſe fait avec plus de velocité. Voici neanmoins deux obſervations de Galilée, qui font voir que même dans ces deux cas, ce que la reſiſtance de l'air peut changer aux mouvemens que nous pouvons imprimer par nos artifices aux mobiles qui ſe meuvent dans les diſtances & avec les viteſſes qui ſont ordinaires parmi nous, eſt tres-peu de choſe.

La premiere eſt de deux corps de même figure & de même grandeur, mais de differentes peſanteurs comme ſont deux balles de même groſſeur dont l'une ſoit de bois & l'autre de fer ou de plomb, qui ſera par conſequent, dix ou douze fois plus peſante que l'autre; Leſquelles il faut laiſſer tomber en même temps d'une même hauteur, comme de celle de cinquante toiſes, qui eſt un eſpace aſſez grand pour donner lieu à la reſiſtance de l'air de faire remarquer la difference de ſon action ſur des peſanteurs tellement élognées l'une de l'autre. Car s'il eſt vray qu'elle agiſſe peu ſur le plomb, & beaucoup ſur le bois, le plomb doit en tombant laiſſer le bois beaucoup en arriere, & être à terre un temps conſiderable avant l'autre. Ce qui n'arrive pourtant

2009 Ministerio de Cultura

pourtant point, car lors que le plomb touche à terre, le bois n'en eſt pas élogné de la hauteur de dix ou douze pouces, c'eſt à dire de plus de la trois centiéme partie de toute la hauteur de la chûte, bien loin d'en être élogné de la dixiéme, comme il arriveroit ſi les viteſſes & les eſpaces êtoient, comme dit Ariſtote, proportionez aux peſanteurs des mobiles qui tombent.

LIV. II. CHAP. II. Réponſe à la ſeconde objection.

Cependant la viteſſe que ces deux mobiles aquierent par le mouvement uniformement acceleré tombant de la hauteur de cinquante toiſes, & qui eſt à peu pres la même en l'un & en l'autre, eſt aſſez grande pour faire parcourir à chacun d'eux un eſpace de cent toiſes d'un mouvement égal & uniforme dans un temps égal à celui de leur chûte, c'eſt à dire dans le temps d'environ cinq ſecondes. Elle eſt même aſſez grande pour être comparée à celle des mouvemens que nous pouvons imprimer par artifice aux mobiles, puis que celle-la même que le feu donne à la balle d'une arquebuſe qui lui fait parcourir prez des mêmes cent toiſes en une ſeconde, n'eſt pas cinq fois plus grande que celle-ci. Ce qui fait voir que puiſque, dans une ſi grande viteſſe, dans un ſi grande eſpace & dans une ſi grande difference de peſanteur, il y a ſi peu de difference d'étenduë de portée dans un même temps ; l'on ne doit pas preſumer que la reſiſtance de l'air apporte de grands changemens

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. II. Réponſe à la ſeconde objection.

dans les mouvemens de nos projections ordinaires.

L'autre eſt pour faire voir que l'empechement qu'un mobile reçoit de la reſiſtance de l'air, lors qu'il ſe meut avec beaucoup de viteſſe, n'eſt gueres plus grand que celui qu'il reſſent quand il eſt mû plus lentement. Suſpendez, dit-il, deux balles de plomb égales & de même figure à deux filets de même longueur comme de ſix ou ſept pieds, dont les bouts ſoient attachez au plancher; Puis élognez en même temps les deux balles de leur état perpendiculaire où elle ſe trouvent quand elles ſont en repos, mais en maniere que l'une s'en élogne de 80 degrez ou même plus, & l'autre ſeulement de 4 ou 5 degrez: Enſorte que les laiſſant dans la liberté de leur mouvement la premiere decrive de tres-grands arcs comme de 160: de 150: de 140: degrez & ainſi de ſuite en diminuant peu à peu; L'autre au contraire ne paſſe que de petits arcs comme de 8: de 6: de 4: degrez en les diminuant auſſi petit à petit.

Vous remarquerez, dit-il, premierement que la viteſſe de l'un eſt ſeize ou dixhuit fois plus grande que celle de l'autre; Et que ſi la reſiſtance de l'air retardoit beaucoup plus le mobile lors que ſa viteſſe eſt grande que lors qu'il ſe meut plus lentement, Elle devroit ſe faire reſſentir davantage ſur la balle qui paſſe de ſi

2009 Ministerio de Cultura

grands arcs, & rendre par conſequent ſes vibrations (c'eſt à dire ſes allées & ſes retours) plus rares & moins frequentes que ne ſont les vibrations de la balle qui paſſe des petits arcs. Ce qui pourtant, n'arrive point : car l'experience nous fait conoître que ces vibrations des balles pendantes à des filets de même longueur ſe font ſi juſtement dans les mêmes temps, ſoit que l'une paſſe des arcs cent fois, pour ainſi dire, plus grands que l'autre, que ſi deux perſonnes ſe donnent le ſoin de les conter chacune à part, elles ſe trouveront toûjours enſemble dans les mêmes nombres, ſans trouver aucune difference non ſeulement aprés les avoir contées par centaines, mais même dans celles qui ſont repetées mille & mille fois.

LIV. II. CHAP. II. Réponſe à la ſeconde objection.

Ce n'eſt pas que l'on n'y puiſſe à la fin trouver du changement : Car nous ſçavons par l'experience des horloges à pendules, que leurs vibrations ſont un peu plus frequentes & qu'elles vont tant ſoit peu plus vîte lors que le reſſort eſt à ſa fin & qu'il ne peut donner que tres-peu de mouvement à la pendule, que lors qu'étant dans ſa force il lui fait decrire des grands arcs ; Mais cela ne ſe conoît qu'avec beaucoup de temps. Et l'on peut de ces experiences tirer une conſequence aſſurée que l'effet de la reſiſtance de l'air ſur les mouvemens que nous pratiquons ordinairement parmi nous, eſt peu de choſe.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. II. Réponſe à la ſeconde objection.

J'ajouteray à ces raiſonemens que poſé même qu'il fut vrai, que l'air pût apporter une alteration conſiderable au mouvement des projections, & qu'il y eut beaucoup de difference entre l'étenduë d'un jet fait dans un milieu ſans reſiſtance & celle d'un autre jet fait dans l'air avec la même impreſſion de viteſſe: l'on ne pourroit pas pour cela tirer aucune conſequence contraire aux pratiques que nous avons enſeignées dans la ſeconde partie de ce diſcours. Ce que l'on feroit avec juſtice ſi la reſiſtance de l'air n'agiſſoit pas uniformement & de la même maniere ſur tous les mobiles égaux, ſemblables & de même poids, & pouſſez d'une même viteſſe ſous quelqu'angle de direction que ce puiſſe être: Ou ſi dans les regles que nous avons propoſées, nous avions comparé les portées qui ſe font dans l'air avec celles qui ſe feroient dans un milieu ſans reſiſtance.

Mais il n'y a rien de ſemblable dans nos ſuppoſitions; Et toutes nos regles & les Tables mêmes qui ſont conſtruites pour cet effet, ne conſiderent que les étenduës des projections des mobiles qui ſe font dans un même milieu, c'eſt à dire dans l'air, avec la même impreſſion de force; ſans relation à ce qui leur arriveroit dans quelque autre milieu que ce puiſſe être. Car nous avons toûjours ſuppoſé que l'on fit une épreuve de la piece ou du mortier dont on veut

2009 Ministerio de Cultura

se servir sous la direction d'un angle conû, & que l'on mesurât l'étenduë de la portée avec toute la justesse & la precision possible, ensorte que l'on pût s'appuyer assurement sur la certitude de cette experience ; Appellant cette portée *premiere & fondamentale* ; à laquelle il faut rapporter tous les autres jets que l'on auroit à faire avec la même piece ou mortier, chargé de la même maniere & sous la direction de tout autre angle proposé.

LIV. II. CHAP. II. Réponse à la seconde objection.

Ainsi l'on peut dire avec beaucoup d'apparance que ces mobiles se ressentant également de la resistance du milieu, conservent entr'eux de fort prés la même proportion pour la figure, la durée & l'étenduë de la ligne qu'ils decrivent dans leur passage, qu'ils auroient s'ils ne trouvoient aucun obstacle dans leur chemin. Ce qui est si conforme à l'experience que dans les jets d'Eau même qui par le peu de pesanteur & par la fluidité de la matiere, se ressentent beaucoup de l'effort de la resistance de l'air, l'on remarque que l'étenduë de ceux qui se font sous l'angle de 45 degrez, est double de la hauteur des perpendiculaires, ou s'approche de si prés de ces mesures que dans les jets de six pieds de haut la difference ne sera pas de quatre lignes.

Ce n'est pas que l'on ne se puisse appercevoir de cette difference dans les autres jets dont les portées devroient, suivant les regles, être égales,

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. II. Réponſe à la ſeconde objection.

quoy que le chemin qui ſe fait dans l'un ſoit plus grand que celui qu'il parcourt dans l'autre; je veux dire dans les portées des projections qui ſe font ſous des angles également élognez au deſſus ou au deſſous de demi-droit. Car il eſt vray que celles qui s'approchent le plus de la perpendiculaire & dont les élevations ſont au deſſus, ayant plus de chemin à faire que celles qui s'approchent plus de l'horizontale & dont les élevations ſont au deſſous, ſe reſſentent plus de la reſiſtance de l'air, & ſont par conſequent tant ſoit peu plus courtes que les autres.

A quoy l'on doit peut-être rapporter les experiences que Louïs Collado Ingenieur du Roy d'Eſpagne dont nous avons parlé dans la premiere partie de ce diſcours, raconte des portées d'un fauconeau de trois livres de balle tirées ſuivant les differens points de l'Equerre; parmi leſquelles, quoy que tres-deffectueuſes, l'on ne laiſſe pas de remarquer qu'au ſeptiéme point la balle chût, comme il dit, pluſieurs pas en deça de la portée du ſixiéme; au huitiéme elle tomba entre les portées du troiſiéme & du quatriéme point, & au neuviéme entre celles du ſecond & du troiſiéme; Qui ſelon les regles devoient tomber le ſeptiéme ſur le cinquiéme, le huitiéme ſur le quatriéme, & le neuviéme ſur la portée du troiſiéme point.

2009 Ministerio de Cultura

CHAPITRE III.

Réponſe à la troiſiéme objection.

JE me ſerviray de toutes ces raiſons pour repondre à la troiſiéme objection que j'ay rapportée cy-devant, par laquelle on pretend que dans la projection d'un mobile, la même reſiſtance de l'air change beaucoup les proportions du mouvement uniformement acceleré que la peſanteur lui imprime. Car quoy qu'il ſoit vray que chaque corps, ſuivant ſon poids, ſa figure & ſa grandeur, doive avoir dans chaque milieu un degré borné de viteſſe, qu'il eſt capable d'aquerir en tombant d'une hauteur determinée; Qu'au de la de cette hauteur il ne peut plus recevoir d'accroiſſement de velocité; Et que toute autre viteſſe plus grande, imprimée par quelque cauſe externe au mobile, lui eſt en quelque façon ſurnaturelle : l'on ne peut neanmoins nier que les corps ſolides, ronds & peſans comme ſont nos bombes & nos boulets de Canon, ne ſoient ceux d'entr'eux dont le dernier terme de l'accroiſſement de viteſſe eſt le plus élogné du commencement de leur chûte, & ſur qui l'effet de la reſiſtance de l'air doit moins paroître dans les petites hauteurs comme ſont celles de nos projections.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. III. Réponſe à la troiſiéme objection.

Ainſi, quoy qu'il arrive, comme on dit & comme il y a beaucoup d'apparance, qu'un de ces mobiles en tombant perde à la fin, par la reſiſtance de l'air, la vertu que ſa peſanteur lui donne d'augmenter inceſſament ſa viteſſe : Comme cela ne lui doit arriver qu'aprés un grand temps & aprés être tombé d'une hauteur extraordinaire, il ſeroit malaiſé de s'appercevoir ſitôt de ce changement, qui ne ſçauroit être grand dans les hauteurs où nous faiſons ordinairement nos projections.

Ce qui ſe confirme par les experiences dont le Pere Merſene parle dans ſa Baliſtique & qui ſont rapportées dans cette objection ; Car aprés avoir dit, qu'une fleche qui monte en trois ſecondes de temps à la hauteur de 50 toiſes, met en ſuite cinq ſecondes à deſcendre ; Et que montant en cinq ſecondes à une plus grande hauteur, lors que la force de l'arc eſt plus grande, elle employe ſept ſecondes dans ſa deſcente ; Il aſſûre qu'il a reconu par des épreuves repetées plus de cent fois que les bombes qui peuvent s'élever à la hauteur perpendiculaire de plus de cent toiſes, mettent preciſement autant de temps à monter qu'à deſcendre.

D'où l'on peut conjecturer que ce qu'il rapporte des fleches, (s'il eſt vray qu'il ait pû remarquer ſi juſtement la hauteur de leur jet perpendiculaire & le temps de leur montée & de leur

2009 Ministerio de Cultura

leur deſcente,) peut provenir, non ſeulement de la reſiſtance de l'air dont l'effet ſur les fleches a êté ſuffiſament expliqué dans la troiſiéme objection, mais même parce que la pointe de la fleche ayant plus de poids, ſe porte toûjours en avant la premiere tant qu'elle eſt en mouvement; Deſorte que lors qu'en montant la pointe en haut, elle eſt parvenuë à la hauteur perpendiculaire où la force imprimée la peut faire monter, il lui faut du temps pour ſe renverſer & pour faire que la pointe ſe tourne du côté qu'elle doit ſe mouvoir en deſcendant, c'eſt à dire vers le bas. Et quoy que dans ce moment la fleche, à bien parler, ne deſcende pas encore, ne faiſant que changer la ſituation de ſes parties : Ce temps neanmoins étant pris pour celui de la deſcente, que l'on a accoutumé de conter du moment qu'elle ceſſe de monter, le fait paroître plus grand que celui de la montée ; quoy qu'en effet ils ne ſoient pas fort differens l'un de l'autre, non plus que dans le mouvement des Bombes & des autres mobiles ronds, qui êtant également peſans en toutes leurs parties, n'ont point de changement à faire entr'elles, & mettent par conſequent autant de temps à monter qu'à deſcendre. D'où l'on peut enfin neceſſairement inferer que le changement que la reſiſtance de l'air apporte à leur mouvement, n'eſt point ſenſible.

LIV. II. CHAP. III. Réponſe à la troiſiéme objection.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. III. Réponse à la troisiéme objection.

L'on voit par l'une des obſervations de Galilée que, dans les mobiles de même grandeur & de même figure & qui tombent enſemble de même hauteur, la difference du poids ne fait pas beaucoup de difference de mouvement, puis qu'une balle de bois tombant de la hauteur de trente toiſes arrive preſque auſſi-tôt à terre qu'une de plomb, quoy que celle-cy ſoit dix ou douze fois plus peſante que l'autre. Ce que nous reconoiſſons encore mieux par les jets perpendiculaires des liqueurs comme de l'eau & du vif argent, qui partant d'une même hauteur de ſource remontent preſqu'à la même hauteur du jet, comme nous l'expliquerons mieux cy-aprés, quoy que l'eau ſoit plus de treize fois moins peſante que le vif argent. D'où nous pouvons conclure que l'effet de la reſiſtance de l'air, quelque conſiderable qu'il puiſſe devenir ſur les corps qui tombent de fort haut, n'eſt pas fort ſenſible dans les hauteurs où nous pouvons porter les mobiles à qui nous donnons le mouvement par nos artifices.

Au reſte, ſi l'on ſuppoſe, comme il eſt vray ſemblable, que la reſiſtance du milieu agit également ſur des mobiles égaux, ſemblables & de même poids, pourveu qu'ils ſoient portez d'une même viteſſe; Et que la difference de ſes effets depend principalement de la difference du temps que le mobile employe à ſe mouvoir, enſorte

2009 Ministerio de Cultura

qu'elle ſe faſſe plus ou mois reſſentir ſelon que le corps mû fait plus ou moins de chemin en quelque direction que ce puiſſe être: l'on peut dire avec beaucoup d'apparance que nos bombes & nos boulets de Canon, (que nous ſuppoſons toujours égaux, ſemblables, de même poids, & portez d'une même viteſſe, qui lui eſt imprimée par le feu d'une même piece ou d'un même mortier chargé de la même poudre & de la même maniere,) conſervent dans l'air les mêmes proportions, pour la difference des portées ſuivant les differentes inclinations de direction, qu'ils auroient dans un milieu ſans reſiſtance: & que l'on peut par conſequent ſe ſervir des regles & des tables que nous avons rapportées; quoy qu'à le prendre à la rigueur, elles ſuppoſent que le mobile ne reſſente aucune alteration par les empechemens externes dans ſon mouvement.

LIV. II. CHAP. III Réponſe à la troiſiéme objection.

Pour regarder la choſe de plus prés, il faut conſiderer que la reſiſtance de l'air agiſſant ſur la projection d'un mobile en deux manieres ſçavoir, en retardant l'effet du mouvement uniformement acceleré que la peſanteur lui imprime ſuivant les perpendiculaires, & en retardant par celui du mouvement égal qui lui a été donné la force de dehors ſelon la ligne de ſa direction: Par la premiere cette reſiſtance agrandit l'étenduë de la portée du jet & par l'autre au contraire

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. III. Réponſe à la troiſiéme objection.

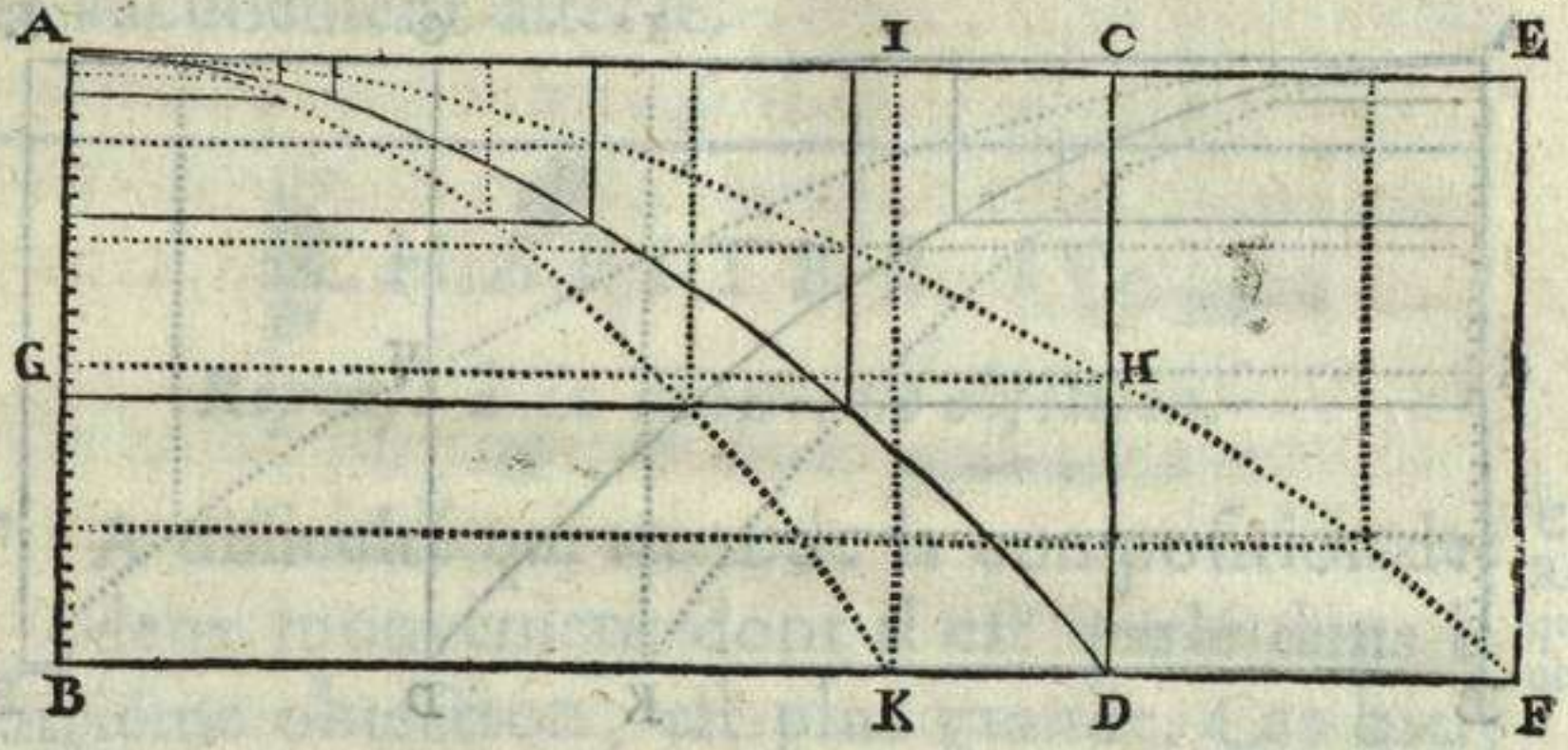
elle la diminuë ; Ainſi l'on peut raiſonnablement conjecturer que ces deux empêchemens ſe detruiſent reciproquement l'un l'autre ,' & que le dernier ôtant de l'êtenduë ce que le premier lui ajoute, elle demeure par une eſpece de compenſation dans ſa legitime grandeur & telle à peu prés qu'elle ſeroit dans un milieu ſans reſiſtance.

Comme ſi le mobile partant du point A ſuivant la direction A C parcouroit dans un milieu ſans reſiſtance toute la ligne A C d'un mouvement égal pendant le temps qu'il deſcendroit par le mouvement uniformement acceleré de toute la hauteur perpendiculaire A B ; Il eſt conſtant que par la compoſition des deux mouvemens, il ſe trouveroit au point D où la perpendiculaire C D égale à A B rencontre la ligne horizontale B D , aprés avoir décrit dans ſon paſſage la ligne parabolique A D. Poſons maintenant que la reſiſtance de l'air ſe faſſe ſeulement ſentir ſur le mouvement égal du mobile ſans toucher à l'uniformement acceleré ; en ſorte que dans le même temps qu'il deſcend du point A en B , il ne parcourre ſur ligne de la direction A C que la longueur A I moindre que A C : il eſt encore évident que par la compoſition des deux mouvemens , le mobile ſe trouveroit en K où la perpendiculaire I K égale à A B rencontre la même horizontale B D ; Et que

2009 Ministerio de Cultura

l'étendüe de la projection BK étant en ce cas diminuée par la reſiſtance de l'air, ſeroit moindre que l'étendüe BD dela projection dans un

LIV. II. CHAP. III. Réponſe à la troiſiéme objection.

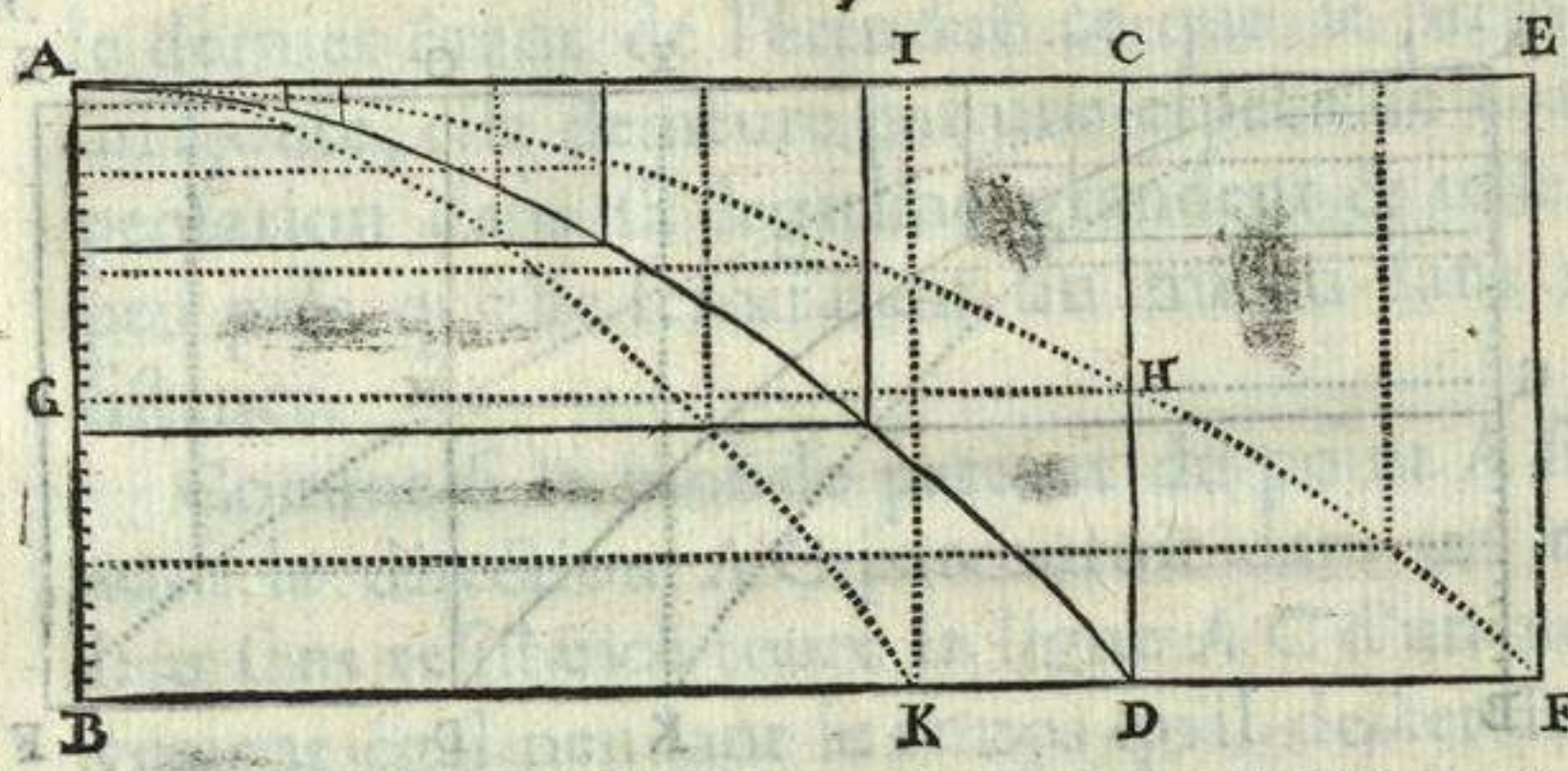


milieu ſans reſiſtance. Mais ſi laiſſant le mouvement égal ſuivant la direction AC ſans le troubler, nous entendons que la reſiſtance de l'air ſe faſſe ſeulement ſentir ſur le mouvement uniformement acceleré de la peſanteur; enſorte que dans le temps que le mobile partant du du point A arrive par le mouvement égal au point C, il ne ſoit cependant deſcendu que de la longueur perpendiculaire AG: il paroît que le mobile par la compoſition de ces deux mouvemens ſeroit en H, où la perpendiculaire CH égale à AG rencontre la droite GH parallele à l'horizon, aprés avoir decrit la courbe AH; Et que dans le temps qu'il employeroit à deſcendre le reſte de la perpendiculaire GB, pour arriver à l'horizontale BD, il auroit cependant continué ſa route ſuivant la direction AC par

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. III. Réponse à la troisiéme objection.

le mouvement égal comme de C en E; afin de se trouver en F où la perpendiculaire EF égale à AB rencontre l'horizontale BD continuée: Et



par ce moïen l'étendue de la projection BF se trouveroit agrandie par la resistance de l'air & plus longue que l'étendüe BD qui se feroit dans un milieu sans resistance.

Puis donc que la resistance de l'air lors qu'elle agit seulement sur le mouvement uniformément acceleré, agrandit l'étendüe du jet, comme au contraire elle la diminüe lors qu'elle retarde seulement l'effet du mouvement égal, & qu'il y a grande apparance que cette resistance agit uniformement sur un même mobile, L'on peut, ce me semble, dire avec quelque fondement de raison que ces deux effets, qui agissant ensemble seroient considerables sur l'étendüe du mobile s'ils se faisoient sentir de même part, deviennent par leur contrarieté insensibles sur la même étendüe; & que l'un lui rendant ce qui

2009 Ministerio de Cultura

lui eſt ôté par l'autre, elle demeure par cette compenſation dans une eſpece d'équilibre & à peu prés au même état qu'elle ſeroit ſi elle n'étoit aucunement alterée.

LIV. II. CHAP. III. Réponſe à la troiſiéme objection.

CHAPITRE IV.

Réponſe à la quatriéme objection.

CHAP. IV. Réponſe à la quatriéme objection.

LA difficulté qui vient de la compoſition des deux mouvemens dont il eſt parlé dans la quatriéme objection, eſt plus grande. Car bien que l'on puiſſe aſſez bien comprendre ce qui arrive ſur ce ſujet lors que les mouvemens ſont purement matematiques, c'eſt à dire lors que l'on les ſuppoſe parfaitement reglez & incapables d'aucune alteration : il n'en eſt pas de même de ceux qui ſe font parmi nous leſquels, dependant de mille cauſes phyſiques qui nous ſont pour la plus part inconües, ſont par conſequent ſujets à pluſieurs changemens dont il n'eſt pas facile de rendre raiſon.

Ainſi Gallilée pour repondre à la même objection qu'il ſe fait luy-même, excepte premierement des regles de ſa Theorie, les effets prodigieux du mouvement que le feu de la poudre imprime aux balles d'Artillerie, dont la viteſſe eſt, dit-il, ſurnaturelle, parce que le mobile en tombant de quelque hauteur que ce

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. III. Réponse à la quatriéme objection.

puiſſe être, ne pourroit jamais naturellement en aquerir une pareille. Il avoüe même qu'il y a quelque apparance que la ligne que decrit la balle d'un mouſquet ou d'un Canon, eſt au moins dans ſon commencement plus droite qu'il ne faut pour être parabolique & qu'elle ne ſeroit effectivement ſi l'impreſſion de ſa viteſſe n'étoit pas ſi violente.

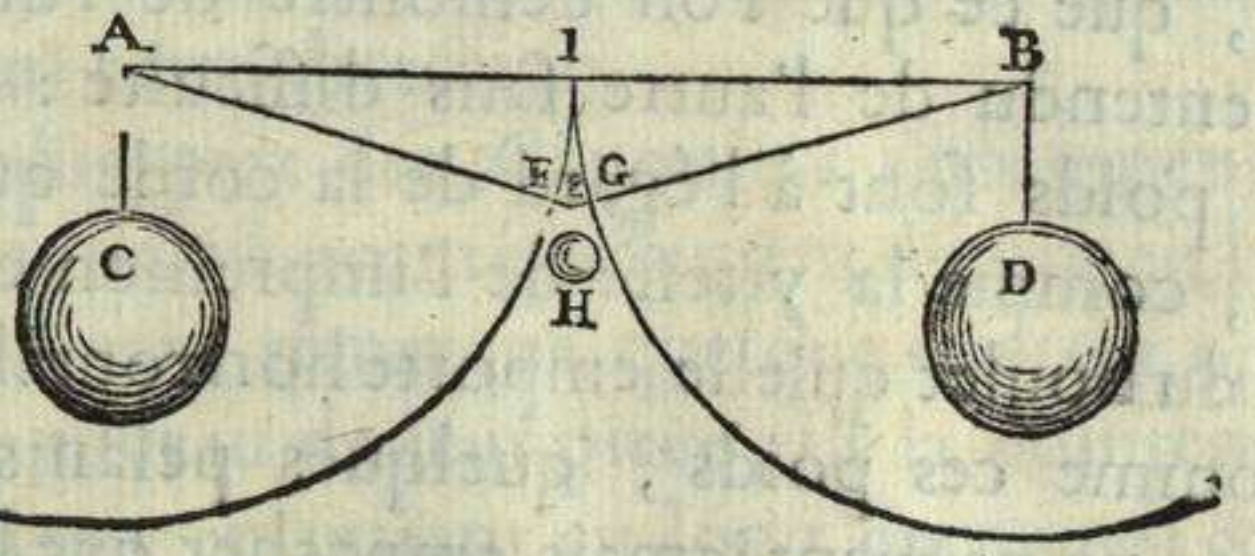
Dans un autre endroit, faiſant reflexion ſur la table des amplitudes des paraboles, que nous avons raportée cy-devant, & dans laquelle il met un o ſous les angles de o & de 90 degrez, c'eſt à dire pour l'étenduë du jet horizontal auſſi-bien que du perpendiculaire; Il fait dire à *Sagredo*,) qui eſt un de ceux qui parlent dans ſes Dialogues,) qu'il n'a point de peine à comprendre ce qu'il dit pour le jet perpendiculaire, parce qu'il n'y a point de force quelle qu'elle ſoit, qui puiſſe, en portant le mobile ſuivant cette direction à l'infini, donner au jet aucune autre étenduë que la perpendiculaire : Mais qu'il ne peut pas ſi bien concevoir, qu'une force quelque grande qu'elle puiſſe être, ne puiſſe point porter un mobile horizontalement en ligne droite à une diſtance ſi petite que l'on puiſſe s'imaginer ; Et qu'un boulet de Canon comence à deſcendre au premier moment qu'il ſort de la bouche de la piece pointée, comme on dit, de point en blanc, & quitte la ligne de direction ſans pouvoir

2009 Ministerio de Cultura

voir aucunement marcher en ligne droite.

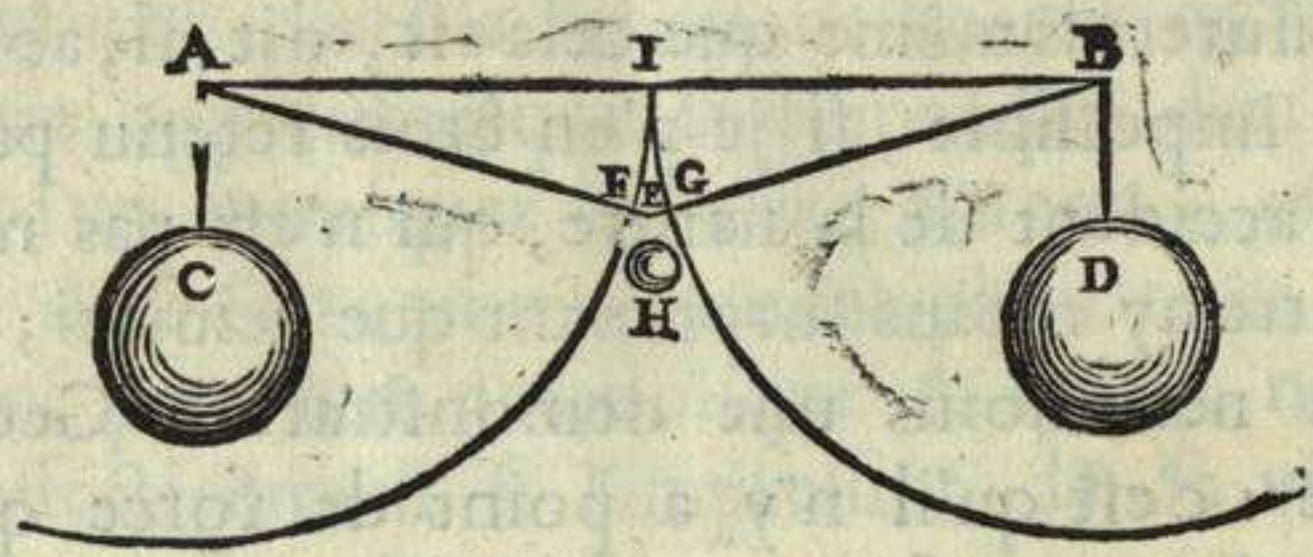
LIV. II. CHAP. IV. Réponse à la quatriéme objection.

J'assurerois même que cela est, dit-il, absolument impossible, si je n'en étois retenu par un autre accident de la nature, qui n'est pas moins bigearre ny moins surprenant que celui-ci; dont il y a neanmoins une demonstration Geometrique : c'est qu'il n'y a point de force quelle qu'elle soit, qui soit capable d'étendre une corde posée horizontalement en ligne droite. Comme si l'on attache aux extremitez de la corde A B, deux poids C, D quelque grands qu'ils soient ; Je dis qu'il ne pourront jamais étendre la corde horizontalement de telle sorte qu'elle fasse une ligne droite A B. Car si l'on entend que le poids de la corde, agissant en I soit égal au poids H ; il est constant, par les regles de la Mecanique, que le poids H descendra & fera monter les deux poids C & D toutes les fois que le chemin IE que le poids H fera en descendant aura plus grande raison au chemin EF que les poids C, D feront au même temps en mon-



2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. IV. Réponſe à la quatriéme objection.



tant, que les mêmes poids C, D enſemble n'ont au poids de la corde H. Et comme la raiſon des poids C, D enſemble au poids H, ne ſçauroit jamais être ſi grande que l'on ne puiſſe faire un angle comme EAI dont dont la tangente comme IE n'ait encore une plus grande raiſon à la partie de la ſecante EF; c'eſt à dire le chemin du poids de la corde H en deſcendant, au chemin des poids C, D en montant: il paroît que ces poids ne ſçauroient jamais empêcher que le poids de la corde ne deſcende, ny jamais par conſequent l'étendre en ligne droite.

Galilée prend, enſuite de ce raiſonement, ocaſion de dire que ces deux cas ſont ſi ſemblables, que ce que l'on demontre de l'un peut être entendu de l'autre ſans difficulté: car les deux poids ſont à l'égard de la corde qu'ils tirent, comme la viteſſe de l'impreſſion eſt à l'égard du boulet qu'elle emporte horizontalement. Et comme ces poids, quelques peſants qu'ils ſoient, ne peuvent jamais empecher que le poids

2009 Ministerio de Cultura

de la corde n'agiſſe & ne la detourne de la ligne droite, où les deux poids la veulent étendre : Ainſi cette impreſſion, quelque violente qu'elle puiſſe être, ne ſçauroit ôter au boulet l'action de ſa peſanteur, par laquelle il ſe detourne de la ligne droite, où l'autre impreſſion le veut porter.

LIV. II. CHAP. IV. Reponſe à la quatrième objection.

En effet de toutes les raiſons qui ſont à nôtre conoiſſance, il ny en a aucune qui detruiſe cette proprieté de la nature : il faut pour la combatre avoir recours aux experiences comme on a fait dans la quatriéme objection. Surquoy je diray premierement au ſujet de celles que l'on rapporte des boulets de Canon qui tirez horizontalement mettent, comme on dit, beaucoup plus de temps à arriver à terre, qu'ils ne feroient s'ils tomboient ſeulement de leur poids de la hauteur de la bouche de la piece ; Que ces experiences ſont extrememement ſuſpectes particulierement en deux choſes, dont l'une eſt pour ce qui regarde la juſteſſe de la direction horizontale de la piece, & l'autre eſt au ſujet de la conduite de la balle qui ne ſuit pas toûjours preciſement cette direction.

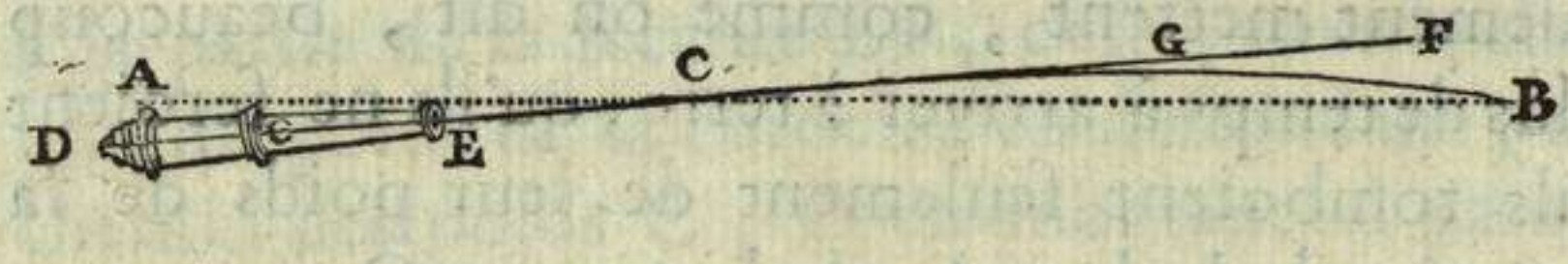
La plus part des Canoniers s'imaginent que leur Canon eſt pointé juſtement de but en blanc, lors qu'ayant remarqué quelque endroit oppoſé dans le niveau de leur piece, ils la pointent vers cet endroit en mirant au long du metail & font

2009 Ministerio de Cultura

L. IV. CHAP. IV. Réponse à la quatriéme objection.

enſorte que la ligne de leur veuë paſſant de la eulaſſe au bourlet, decouvre le but où il viſent: En quoy ils ſe trompent de beaucoup ; car le niveau de l'ame porte plus haut que cette mire, & fait par conſequent monter le boulet au deſſus de la ligne horizontale.

Comme ſi la piece A E eſt pointée vers un point dans le niveau de la piece comme B, enſorte que la ligne de la mire qui paſſe de la eulaſſe A au haut du bourlet E decouvre le but B ; il ne faut pas attendre que la balle marche au long de la droite horizontale A B , s'il eſt vray qu'il ſuive la direction de l'ame D E , parce qu'elle



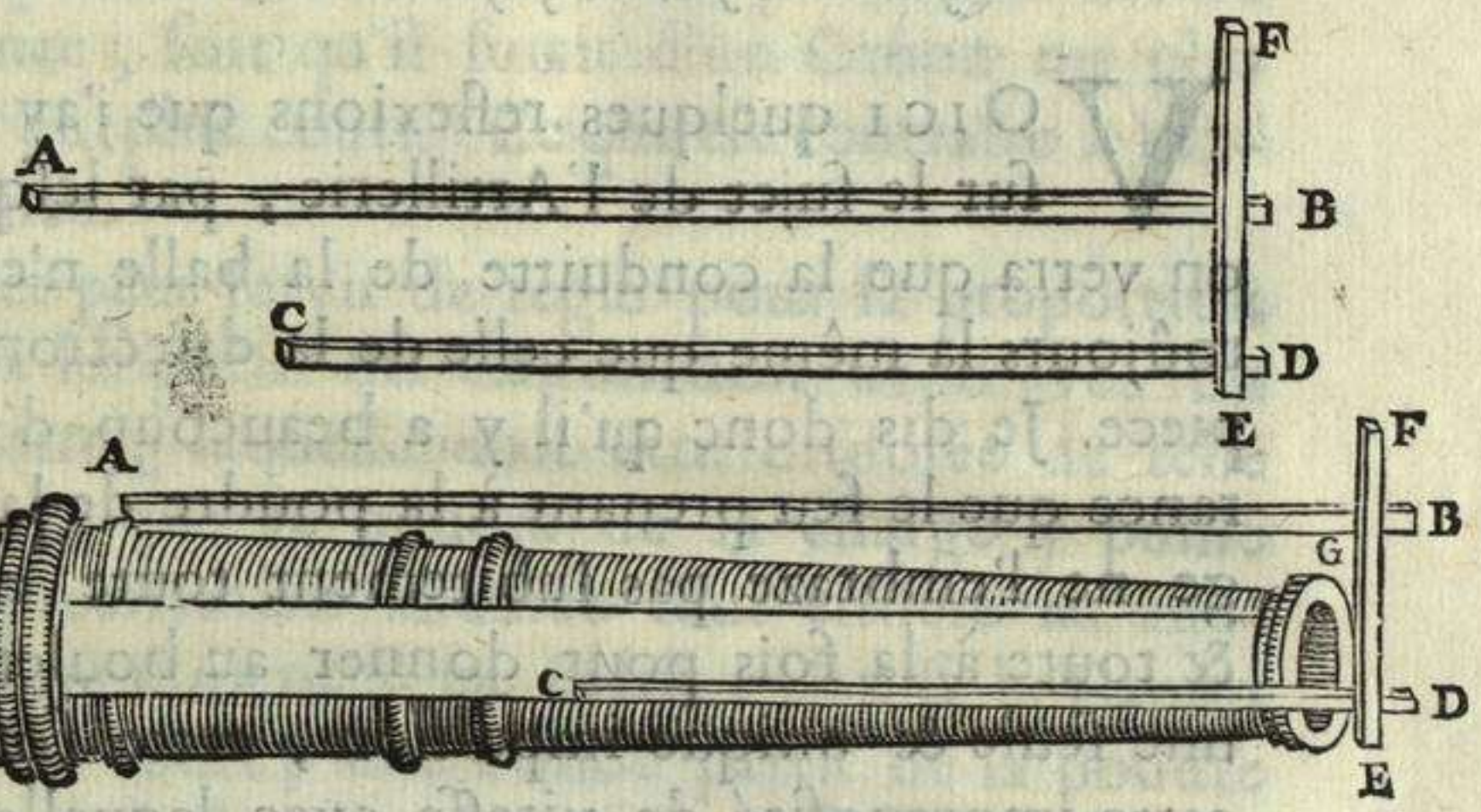
n'eſt point parallele à la droite du raz de metail A C à cauſe que le metail eſt plus foible à la volée ; Ce qui fait qu'elle porte le boulet vers F & le contraint de decrire la courbe E G B pour arriver au point B.

Je ſçay bien que ceux qui veulent pointer juſte ſelon la direction de l'ame de la piece ſe ſervent d'une eſpece d'Equerre faite de trois regles bien droites A B , C D , F E diſpoſées de-ſorte que C D & F E étant attachées à angles droits, la regle A B ſe hauſſant & baiſſant au long de la regle F E , demeure toûjours parallele à C D.

2009 Ministerio de Cultura

Car mettant C D dans l'ame de la piece & hauſſant ou baiſſant A B juſqu'à ce que le point A ſoit ſur la mire de la culaſſe, la direction du point

LIV. II. CHAP. IV. Réponſe à la quatriéme objection.



A par B ſera la même que celle de l'ame ; Deſorte que ſi l'on met quelque choſe de ſtable ſur le bourlet en G qui reponde à la hauteur du point B, l'on aura la ligne de mire A B parallele à celle de l'ame de la piece.

Mais je ſçay auſſi que lors que la piece eſt pointée de cette maniere, il n'arrive jamais qu'elle porte droit au but propoſé dans la diſtance de ſa portée ordinaire de niveau, & qu'il arrive au contraire que le boulet frappe beaucoup plus bas.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II.
CHAP. V.
Reflexions
sur le sujet de
l'Artillerie.

CHAPITRE V.

Reflexions sur le sujet de l'Artillerie.

VOICI quelques reflexions que j'ay faites sur le sujet de l'Artillerie, par lesquelles on verra que la conduitte de la balle n'est pas toûjours la même que celle de la direction de la piece. Je dis donc qu'il y a beaucoup d'apparance que le feu prenant à la poudre de la charge ne l'embraze pas subitement toute entiere & toute à la fois pour donner au boulet, par une seule & unique impulsion, cette force & cette impetuosité de viteſſe avec laquelle il se meut. Au contraire il est bien plus probable que la vehemence de cette impression lui est plûtôt & plus surement communiquée par une infinité de percussions que les petits grains de la poudre allumez successivement lui font ressentir, soit en le poussant directement à mesure qu'ils s'enflament auprés de lui, soit qu'en frappant contre les côtez de l'ame & se reflechissant une infinité de fois dans toute son étenduë, ils viennent aussi se faire sentir au boulet autant de fois qu'ils le rencontrent. Car il n'y a point d'épaisseur de metail qui fut capable de resister à un si grand effort, s'il se faisoit sentir tout à la fois, & en un même endroit : & les Canons au pre-

2009 Ministerio de Cultura

mier coup ſe mettoient en pieces. Outre que leur longueur ſeroit inutile pour leur portée : Car le boulet ayant une fois receu toute ſa force imprimée, ſeroit toûjours porté à la même diſtance, ſoit qu'il ſortit d'un Canon ou plus long ou plus court. Ce qui eſt contraire à l'experience.

LIV. II. CHAP. V. Reflexion ſur le ſujet de l'Artillerie.

Ceci peut ſervir de regle pour la proportion que la longueur du Canon doit avoir avec ſon diametre, laquelle doit être diſpoſée de telle maniere que la poudre de la charge y puiſſe être preciſement allumée tout entiere au moment qu'il vient à en ſortir : Car ſi le Canon eſt trop court, une bonne partie de la poudre ſort avec le boulet ſans faire effet, ainſi qu'il arrive ſouvent & principalement aux pieces qui ſont échauffées : & ſi la piece eſt plus longue qu'il ne faut, en ſorte que la poudre ſoit toute enflamée avant que le boulet ſoit arrivé à la bouche ; la force peut être conſiderablement diminuée par le frottement qu'il fait tout le long du haut de l'ame avant que de ſortir.

Comme les Canons qui ont de la longueur ont plus de portée que ceux qui ſont courts, à cauſe que le boulet, avant que de ſortir, y donne temps à une plus grande quantité de poudre de s'allumer : l'on peut augmenter de beaucoup la force des Canons courts, en creuſant des petits canaux tournez en forme de ſpirale

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. V. Reflexions sur sur le sujet de l'Artillerie.

au dedans de leur ame & pouſſant avec violence ſur la poudre une balle de plomb un peu plus groſſe que le diametre du Canon, afin qu'en ſortant elle ſoit contrainte de ſuivre le contour des canaux de la ſpirale : Car par ce moïen la balle mettant autant de temps à ſortir du Canon quoy que court, qu'elle mettroit à ſortir d'un autre Canon qui ſeroit auſſi long qu'un de ces canaux étendus ; Elle fera qu'il s'y allumera autant de poudre qu'il s'y en allumeroit dans l'autre, & que la force y ſera également augmentée.

L'on peut encor donner beaucoup de force aux Canons courts en creuſant en rond le fonds de leur culaſſe en forme de campane ou de cloche : car comme l'action de la poudre qui prend feu, ſe fait en rond de ſphere & tout alentour, il n'y a que cette partie qui regarde la bouche de la piece qui pouſſe le boulet en avant, & celle qui regarde la culaſſe tombe dans le creux de la campane qui, étant à peu prés fait de figure parabolique, la raſſemble & la reflechit tout entiere avec la même velocité vers le boulet ; deſorte qu'il ne ſe pert rien de l'action de la poudre, qui par ce moïen ſe trouve employée tout entiere ſur le boulet. Au lieu qu'aux autres Canons le boulet ne reſſent que cette partie de l'action de la poudre qui ſe porte directement en avant, la plûpart du reſte ſe perdant

2009 Ministerio de Cultura

dant ſans effet ſur le derriere & vers la culaſſe.

LIV. II. CHAP. VI. Suite de la réponſe à la quatriéme objection.

CHAPITRE VI.

Suite de la réponſe à la quatriéme objection.

MAIS pour retourner à nôtre ſujet, l'on peut inferer de ce raiſonnement que le boulet au ſortir de la piece ne va jamais droit au but vers lequel elle eſt pointée, & qu'il ſe detourne notablement de la ligne de la direction en montant des le moment qu'il ſort de la bouche; car les grains qui ſont les plus proches de la culaſſe s'allumant les premiers pouſſent par leur mouvement precipité non ſeulement le boulet, mais même les autres grains de la poudre, qui par leur propre peſanteur ſuivent le boulet au long du fonds de l'ame, où s'alumant l'un aprés l'autre, ils frappent quaſi tous le boulet vers le deſſous, qui n'étant pas de calibre, à cauſe du jeu qu'il doit neceſſairement avoir dans la piece, eſt êlevé inſenſiblement vers le bord ſuperieur de la bouche, contre lequel il frotte tellement en ſortant qu'aux pieces qui ont beaucoup ſervi & dont le metail eſt un peu doux, l'on remarque un canal conſiderable que le boulet en ſortant y a à la fin creuſé par ce frotement.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. VI. Suite de la réponse à la quatriéme objection.

Desorte que le boulet, comme il paroît de tout ce discours, n'êtant jamais porté en ligne droite vers le but, quelque soin que l'on prenne de pointer la piece horizontalement, il ne faut pas s'étoner s'il employe plus de temps à monter & à descendre dans toute l'étenduë de la courbe qu'il decrit, qu'il n'en mettroit à tomber seulement de son poids à la hauteur de la bouche de la piece.

Je joindray ici la même experience que le Pere Mersene raporte dans sa balistique pour montrer que la nature fait toûjours observer ses regles dans ses jets en la maniere que nous les avons expliquées. C'est celle que Mr Petit a faite autre fois au Havre de Grace avec une piece de 33 livres de balle, êlevée huit toises sur le niveau de la campagne qui, pointée sous la direction de l'angle de 22 degrez, à chassé à la longueur de 1900 toises dans le temps de 20 ou 21 secondes. Car par le calcul on peut faire voir sur cette hypothese que la balle s'est êlevée à la hauteur de prés de deux cens toises au dessus du niveau de la batterie, & qu'il lui a fallu dix secondes pour monter à cette hauteur & prés d'onze secondes pour en descendre. Où il paroit que la pesanteur de la balle, dans toute l'étenduë de cette portée, a fait le même effet pour le mouvement uniformement acceleré, qu'elle auroit fait quand elle n'auroit point eu d'autre impression,

2009 Ministerio de Cultura

parcourant en descendant environ douze pieds en une seconde & le reste à proportion.

LIV. II. CHAP. VI. Suite de la réponse à la quatriéme objection.

Je ne crois pas que l'on doive faire beaucoup de cas de l'experience du jet du Dragon de Ruel raportée par le Pere Mersene, pour le peu d'exactitude avec laquelle elle a été faite : Mais sur celles des arquebuses rayées, on peut dire que quand il seroit même veritable, ce que dit le même Auteur, qu'une balle porte juste de but en blanc à la longueur de cent toises en une seconde de temps; Il ne seroit pas malaisé de repondre que pour peu que l'on donât de latitude à ce qu'il appelle de but en blanc, son experience se trouveroit entierement conforme à nos hypotheses. Il ne faut que supposer que la direction de l'arquebuse ait été seulement d'un demi degré ou de 35 minutes au plus, au dessus de la ligne horizontale, dont il est impossible de reconoître la difference à la veuë, ou que la balle par l'impression du feu de la poudre ait été portée suivant cette direction : car par ce moïen l'on peut voir par le calcul qu'elle se sera êlevée dans le milieu de sa course à la hauteur perpendiculaire de trois pieds; ce qui suffit pour emploïer une demi-seconde de temps pour arriver en montant à cette hauteur & autant pour en descendre, conformement aux loix naturelles du mouvement uniformement acceleré.

Que si l'on dit, comme il y grande apparance,

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. VI. Suite de la réponse à la quatriéme objection.

que la viteſſe de la balle ſortant d'une arquebuſe rayée eſt beaucoup plus grande, puiſqu'à la longueur de plus de cent cinquante pas elle eſt preſque égale à celle du ſon qui fait douze cens toiſes de chemin en ſept ſecondes, c'eſt à dire peu moins de cent toiſes en une demi ſeconde de temps : il faudra beaucoup moins de deviation de la direction horizontale ; Et il ſuffira que la balle dans le milieu de ſa courſe s'êleve ſeulement à la hauteur perpendiculaire de neuf pouces pour faire quadrer le mouvement de ſa peſanteur aux loix de la nature que nous avons expliquées. Auquel cas il eſt moralement impoſſible que l'on puiſſe conoître la difference d'un jet de cette nature & de celui qui ſeroit purement horizontal.

Quoy que tout ce que je viens d'expliquer faſſe aſſez conoitre, que ce que l'on dit contre nôtre hypotheſe au ſujet de la compoſition des deux mouvemens, dont l'un eſt égal & l'autre eſt uniformement acceleré, n'eſt pas capable de la detruire ; Je ne voudrois pas neanmoins m'opiniatrer à ſoûtenir aveuglément, que par ce melange il n'arrive jamais aucune mutation ni a l'un ni a l'autre. Car bien qu'il fut veritable que la peſanteur ne ſoit jamais oiſive & qu'elle agiſſe toûjours également ſur un corps, ſoit qu'il ſoit en repos, ſoit qu'il ſoit emporté de quelque rapidité que ce puiſſe être ; il ne s'en-

2009 Ministerio de Cultura

suit pas pour cela que les espaces qu'elle lui fait parcourir sur les perpendiculaires soient toûjours les mêmes dans les mêmes temps, quoy que peut-être ils soient toûjours dans les mêmes proportions.

LIV. II. CHAP. VI. Suite de la réponse à la quatriéme objection.

Nous voïons dans nôtre air & dans le mouvement ordinaire des corps qui sont autour de nous, qu'un poids tombant parcourt environ trois pieds huit lignes & demie au commencement de sa chûte dans le temps d'une demi seconde & environ douze pieds deux pouces dix lignes dans celui d'une seconde entiere, & ainsi du reste en faisant les espaces proportionels aux quarrez de temps. Mais qui peut nous assûrer que dans un air beaucoup plus êlevé ou plus abaissé vers le centre de la Terre, plus pesant ou plus leger, ou même agité d'une autre maniere que le nôtre, un corps en tombant ne parcoure pas un espace plus grand ou moindre que celui de trois pieds huit lignes & demi, dans la premiere demi seconde du temps de sa chûte, & que les autres espaces dans la suite de leur mouvement soient entr'eux en proportion des quarrez des temps.

Et si l'air, comme nous le voyons par les experiences admirables du Barometre, ne pese jamais plus que lors qu'il est le plus pur, le plus serain & le moins agité; comme au contraire il ne paroît jamais plus leger que lors qu'il est

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. VI. Suite de la réponse à la quatriéme objection.

battu des vents ou chargé de nuages épais, lesquels y font apparament des mutations qui, pour nous être inconuës, ne laissent pas de suspendre en quelque maniere l'effet de sa pesanteur naturelle: Pourquoy ne pourrons nous pas, par la même raison, presumer que la violente rapidité de l'impression que le feu de la poudre communique à un boulet de Canon, ne puisse au sortir de la piece interrompre l'effet ordinaire de sa pesanteur; Et faire que les espaces qu'il parcourt sur les perpendiculaires dans le commencement de son mouvement, ne soient pas si grands qu'ils seroient, si le boulet n'avoit point d autre impression que celle de sa gravité, quoyque ces espaces fussent toûjours dans la proportion des temps du mouvement?

Quoy qu'il en soit neanmoins, cette difference ne sçauroit tout au plus faire autre effet sur la ligne de projection des mobiles, que de les rendre peut-être un peu plus droites au commencement de leur course qu'il ne faudroit pour être exactement paraboliques, ainsi que Galilée la fort bien remarqué: sans que pour cet effet les proportions de leurs étenduës suivant la difference de leurs directions, & suivant les nombres qui leur sont assignez dans les tables que nous avons proposées cy-devant, se trouvent aucunement alterées.

2009 Ministerio de Cultura

CHAPITRE VII.

Réponse à la cinquiéme objection.

L'ON ne ſçauroit apporter trop de rigueur à l'examen des propoſitions de cette partie de Mathematique que l'on appelle Pure, c'eſt à dire de celle qui conſidere la quantité abſolument detachée de la matiere. Et c'eſt en ce ſens qu'il faut prendre cette belle maxime d'Ariſtote qui dit, *qu'il eſt également impertinent d'exiger des demonſtrations dans les raiſonnemens de l'Orateur & de ſe rendre aux raiſons probables & vray ſemblables du Mathematicien.*

Mais on ne doit pas avoir tant de ſeverité pour celles qui ſont tirées de la Mathematique que l'on appelle Mixte, dont le ſujet eſt la quantité compliquée & attachée à la matiere ; parce qu'étant pour la plûpart fondées ſur des principes de Phyſique, dans la conſideration deſquels l'eſprit humain ſe confond environné de tenebres épaiſſes : il ne faut pas s'étonner s'il ne les debroüille que ſur des conjectures, & s'il ne les appuïe que de raiſons tirées de ſes experiences.

Il croit beaucoup faire en ces matieres, ſi les principes qu'il établit n'ont rien d'abſurde, s'ils ſont conformes aux manieres ordinaires d'agir

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. VII. Réponse à la cinquiéme objection.

de la nature, c'eſt à dire s'ils ſont ſimples, aiſez & debaraſſez, s'ils ſervent à expliquer tout ce qui ſe fait ſur ce ſujet & ſi l'on ne peut pas tirer, de leur poſition, aucune conſequence impertinente ou impoſſible.

En effet l'on n'a rien à reprocher en un ſiſteme de Phyſique, lors que toutes ces conditions ſe rencontrent dans ſes hypotheſes; Et c'eſt enſuite à la Mathematique à en tirer les conſequences neceſſaires, dont les demonſtrations ne doivent pas être moins rigoureuſement examinées que celles de la Mathematique pure; parce que le même art qui ſert à la Geometrie à former ſes conclusions ſur les premiers principes que la Metaphyſique lui fournit, ſert auſſi à la Mecanique à prouver ſes propoſitions par les principes poſez ſur les hypotheſes Phyſiques.

C'eſt donc ſur ce pied qu'il faut examiner les diverſes definitions que l'on donne à l'acceleration du mouvement des corps qui tombent, & voir ſi étant uniforme elle ſe fait de telle ſorte que le mobile aquiert à tous les momens égaux de ſa chûte des degrez égaux de viteſſe ſuivant le ſentiment de Galilée que nous avons poſé pour fondement de toute cette doctrine, ou ſi c'eſt accroiſſement de velocité ſe fait à proportion des eſpaces que le mobile parcourt en tombant, ainſi que d'autres l'ont crû.

CHAP. VIII.

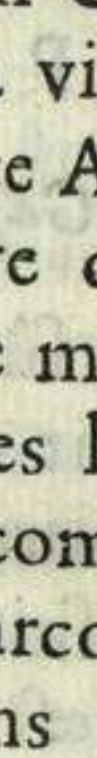
2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. VIII. Raiſons de Galilée pour faire voir que la viteſſe du corps qui tombe ne s'accroit pas à proportion des eſpaces.

CHAPITRE VIII.

Raiſons de Galilée pour montrer que la viteſſe du Corps qui tombe ne s'acroit pas à proportion des eſpaces.

GALILE'E aſſûre d'abord que cette derniere opinion enferme une abſurdité, & que pour être veritable il faudroit que le mouvement de la chûte des corps ſe fit en un inſtant. Car poſant, comme il dit, que le mobile parcourre en tombant l'eſpace A B; s'il eſt vray qu'étant diviſé comme en C, la viteſſe aquiſe au point C ſoit à la viteſſe aquiſe au point B, comme l'eſpace A C eſt à l'eſpace A B : l'on pourra dire que l'eſpace A B ſera parcouru dans le même temps que l'eſpace A C ; car toutes les fois que les eſpaces ſont entr'eux comme les viteſſes du mobile qui les parcourt, les eſpaces ſont parcourus dans les mêmes temps. Or il ne ſe peut faire, que la toute A B ſoit paſſée dans le même temps que ſa partie A C, ailleurs que dans le mouvement qui ſe fait en un inſtant ; il eſt donc faux de dire que les viteſſes s'augmentent à proportion des eſpaces parcourus.



Mais ce raiſonement quoy que vray, comme

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. VIII. Raisons de Galilée pour faire voir que la viteſſe du Corps qui tombe ne s'accroit pas à proportion des eſpaces.

on dit, dans la matiere, eſt paralogiſtique dans ſa forme. Car cette propoſition, par laquelle il dit que les eſpaces ſont parcourus en même temps lors qu'ils ſont entr'eux en même proportion que les viteſſes, eſt claire d'elle même dans le mouvement égal & uniforme : Mais elle peut être abſolument niée dans le mouvement acceleré ; nonobſtant mêmes toutes les raiſons dont Gaſſendi ſe ſert pour la confirmer, leſquelles quoy que veritables & ingenieuſes, n'ôtent pas entierement l'obſcurité de cette poſition.

CHAPITRE IX.

Raiſons de Gaſſendi au même ſujet.

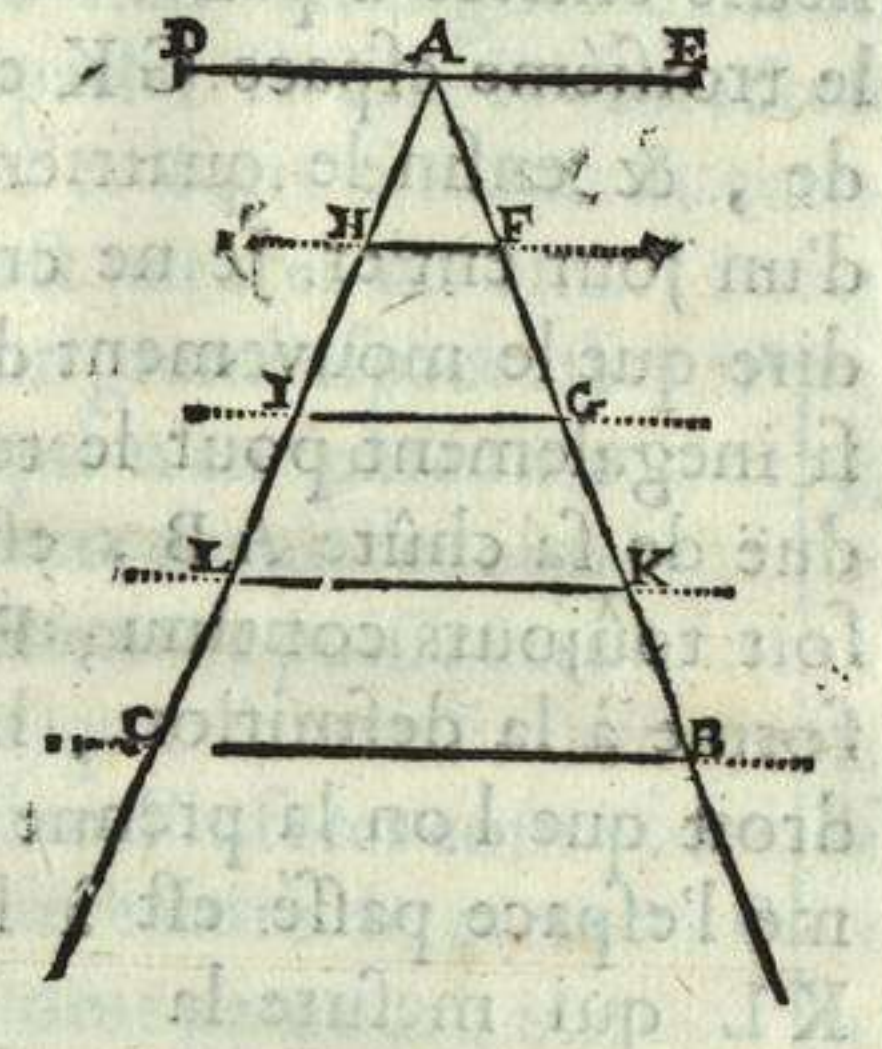
CHAP. IX. Raiſons de Gaſſendi au même ſujet.

IL eſt bien plus ſûr pour dêtruire cette opinion de ſe ſervir des raiſonemens que le même Gaſſendi rapporte dans ſes Epitres contre le Pere le Cazre Jeſuite & contre un certain Michel Varron, qui eſt apparament le premier qui la produite ſur la fin du ſiecle paſſé, & de montrer qu'il s'enſuit pluſieurs abſurdités ſi l'on dit que les viteſſes s'augmentent à proportion des eſpaces.

Car l'on peut premierement faire voir ſur cette hypotheſe que le mouvement peut être continuellement acceleré ſans qu'il ſoit aucune-

2009 Ministerio de Cultura

ment uniforme, ce qui eſt peu conforme aux loix de la Nature. Il ne faut que prendre deux lignes AB & AC ſe rencontrant en A à tel angle que l'on veut comme BAC, & une troiſiéme DE, qui faiſant avec les deux autres les angles CAD, BAE égaux, ſoit entenduë deſcendre au long des mêmes AB, AC demeurant toujours parallele a elle-même : car ſi la droite AB êtant diviſée en parties égales comme aux points F, G, K, l'on prend ces mêmes parties pour la meſure des eſpaces parcourus par la chûte d'un mobile ; les lignes FH, GI, c'eſt à dire les portions de la droite DE compriſes entre les deux AB, AC, pourront être priſes pour meſures des viteſſes aquiſes, enſorte que FH ſoit la viteſſe aquiſe lors que le mobile a parcouru l'eſpace AF, GI, celle qu'il a aprés avoir paſſé l'eſpace AG, & ainſi des autres ; Et par ce moïen les viteſſes s'augmenteront ſuivant la proportion des eſpaces. Maintenant ſi nous poſons que l'eſpace AF ait été parcouru par exemple dans le temps d'une

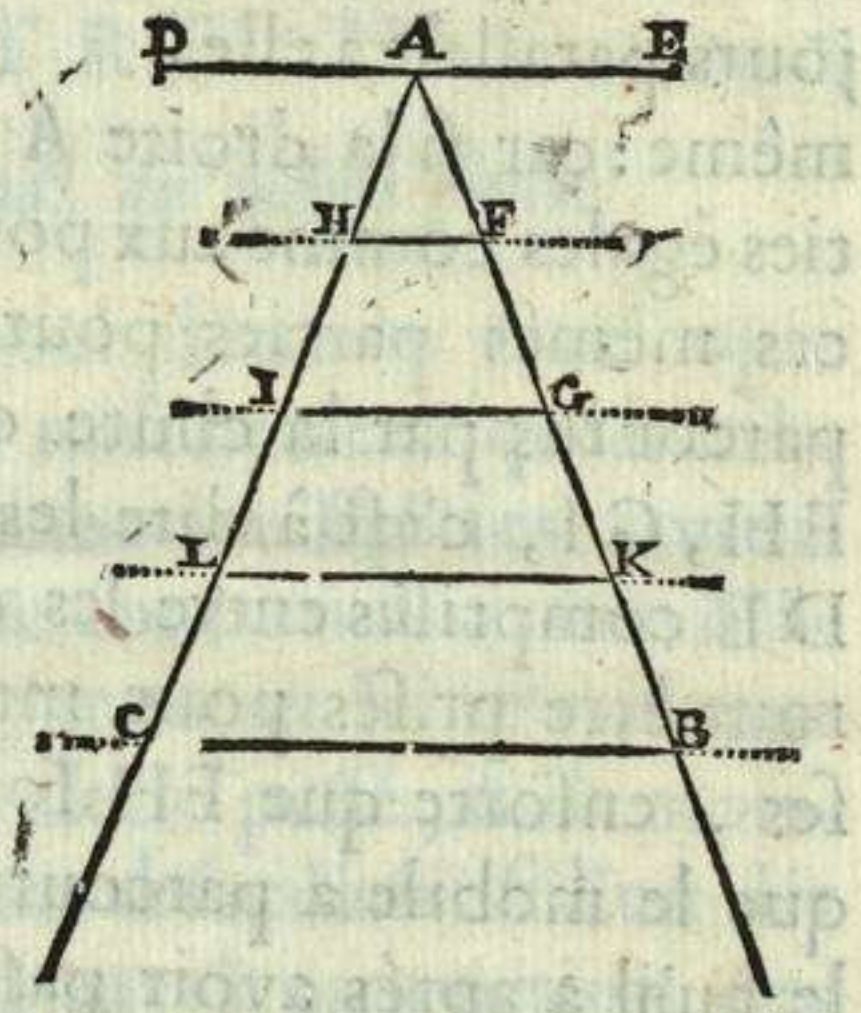


LIV. II. CHAP. IX. Raiſons de Gaſſendi au même ſujet.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. IX. Raisons de Gassendi au même sujet.

minutte d'heure, au bout de laquelle le mobile sans interruption de mouvement employe une heure entiere à passer le second espace FG, & le troisiéme espace GK en moins d'une seconde, & enfin le quatriéme KB dans le temps d'un jour entier. Je ne crois pas que l'on puisse dire que le mouvement de ce mobile, qui se fait si inegalement pour le temps dans toute l'étenduë de sa chûte AB, est uniforme quoy qu'il soit toûjours continu; Et cependant il est conforme à la definition, la viteſſe en quelque endroit que l'on la prenne étant à la viteſſe comme l'espace passé est à l'espace; Car la droite KL qui mesure la viteſſe aquise en K, est toûjours à la droite BC qui mesure celle que le mobile a aquise en B, comme l'espace AK est à l'espace AB; & la viteſſe en I marquée par GI est à la viteſſe en F marquée par HF, comme l'espace AG est à l'espace AF, quelque diformité qu'il y puisse avoir dans la suite de ce mouvement.



L'origine de tout le mal vient de ce que dans

2009 Ministerio de Cultura

cette definition du mouvement uniformement acceleré, il n'eſt point parlé du temps, ſans qui neanmoins on ne peut rien diſtinguer dans les viteſſes, dont à bien parler il fait le caractere eſſentiel : car lors qu'elles ſont ſeulement comparées aux eſpaces, il eſt naturel de dire que la viteſſe qui paſſe un grand eſpace eſt plus grande que celle qui n'en parcourt qu'un petit, quoy que cette derniere comparée au temps du mouvement puiſſe être infiniment plus grande que l'autre.

LIV. II. CHAP. IX. Raiſons de Gaſſendi au même ſujet.

C'eſt ce qui donne lieu d'inferer comme une conſequence neceſſaire de cette poſition que le mobile doit parcourir un eſpace infini en un moment : car prenant pour la meſure de la chûte d'un mobile un eſpace comme A B diviſé en parties égales aux points C, D, E, F, &c. Si l'on entend que le mobile ait parcouru le premier eſpace A C dans un certain moment de temps; Il eſt conſtant que la viteſſe en D étant double de la viteſſe en C comme l'eſpace A D eſt double de l'eſpace C D, il ne faudra pour paſſer l'eſpace C D que la moitié du temps qu'il a fallu pour paſſer A C. Par la même raiſon la viteſſe en E étant double de la viteſſe en D comme l'eſpace C E eſt double de D E, l'eſpace D E ſera

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. IX. Raisons de Gassendi au même sujet.

passé dans la moitié du temps qu'il a fallu pour passer C D c'est à dire dans le quart de celui de A C. Ainsi E F se passera dans la moitié du temps de D E, c'est à dire dans la huitiéme partie du temps de A C, & F G dans la seiziéme partie du temps de A C, & ainsi du reste à l'infini en continuelle progression sous-double. Mais toutes Ces fractions $\frac{1}{2} : \frac{1}{4} : \frac{1}{8} : \frac{1}{16}$: &c. ne composent un moment entier égal au premier que dans l'infini : Posant donc que l'espace A C ayant été parcouru dans un moment, il s'ensuit que le mobile parcourra un espace infini dans le temps d'un second moment égal au premier.

Si l'on dit que les viteſſes dans chaque espace ne doivent pas être comparées à celle de l'espace immediatement precedent, mais bien à tous les espaces passez depuis le commencement de sa chûte, ensorte que celle du second espace soit double de celle du premier, celle du troisiéme triple, celle du quatriéme quadruple &c. Il sera toûjours vray de dire si le premier espace est parcouru dans un certain temps, qu'il ne faudra que la moitié de ce temps pour passer le second espace où la viteſſe est double de celle du premier, & un tiers

A 1.
C 1/2
D
E 1/4
F 1/8
G 1/16
H 1/32
B 1/64

2009 Ministerio de Cultura

du même temps pour passer le troisiéme espace où la viteſſe est triple, & un quart pour le quatriéme comme la viteſſe est quadruple, un cinquiéme au cinquiéme, un sixiéme au sixiéme, & ainsi des autres. Desorte qu'ajoutant ces fractions comme $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ qui font un peu plus d'un moment entier de temps égal au premier, pendant que le mobile passe le second, le troisiéme & le quatriéme espace. Et celles-ci $\frac{1}{5}:\frac{1}{6}:\frac{1}{7}:\frac{1}{8}:\frac{1}{9}:\frac{1}{10}:\frac{1}{11}$: Qui font encore un peu plus d'un moment entier égal au premier, pendant quoy le mobile passe le cinquiéme, le sixiéme, le septiéme, le huitiéme, le neuviéme, le dixiéme, & l'onziéme espace & ainsi des autres; Nous pourrons dire que le mobile parcourant un de ces espaces au premier temps, il passera un peu plus de trois espaces suivants au second temps, & peu plus de sept espaces au troisiéme, & par la même raison plus de vingt espaces au quatriéme, plus de cinquante deux au cinquiéme, plus de huitante quatre au sixiéme, & ainsi à l'infini suivant la progression de ces nombres 1:3:7:20:52:84: Qui est prés de la triple & fort élognée de celle qui se voit par l'experience dans la chûte des corps.

LIV. II. CHAP. IX. Raisons de Gassendi au même sujet.

L'experience même que le Pere le Cazre rapporte pour confirmer son opinion, l'a detruit & sert principalement à établir celle de Galilée. Prenés, dit-il, une balance dont un des bassins

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. IX. Raiſons de Gaſſendi au même ſujet.

ſoit poſé ſur une table & l'autre en l'air ; Et laiſſez tomber dans celui-ci une bale de plomb : Vous verrez que tombant de la hauteur d'un de ſes diametres, elle êlevera le double de ſon poids mis dans l'autre baſſin, & le triple ſi elle tombe de la hauteur de deux de ſes diametres, comme le quadruple ſi elle tombe de trois fois ſa hauteur, & ainſi des autres. D'où il s'enſuit que les percuſſions êtant les mêmes que les viteſſes, & celles-la êtant proportionées aux eſpaces parcourus par la chûte du mobile, les viteſſes ſeront auſſi comme les eſpaces.

Mais cette experience eſt fauſſe ; Et une balle de plomb tombant de la hauteur d'un de ſes diametres n'êlevera pas ſeulement le double de ſon poids, mais plus de ſix ou ſept fois autant. Et ce qui eſt de plus remarquable, c'eſt qu'ayant determiné ce que cette balle peut êlever tombant d'une certaine hauteur : ſi l'on veut qu'elle en êleve le double, il faut la faire tomber du quadruple de la même hauteur ; & pour en êlever le triple, la hauteur de ſa chûte doit être neuf fois plus grande que celle de la premiere, & ſeize fois plus grande pour êlever le quadruple du premier poids & ainſi du reſte ; Enſorte que les hauteurs ſoient toûjours en raiſon doublée de celle des poids. Ce qui ſert à confirmer la definition de Galilée, ainſi que nous dirons cy-aprés.

CHAP. X.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. X. Un mobile en tombant aquiert à chaque moment un nouveau degré de viteſſe.

CHAPITRE X.

Un mobile en tombant aquiert à chaque moment un nouveau degré de viteſſe.

NOus pourrions tirer mille autres conſequences abſurdes de cette poſition, auſſi-bien que de toutes les autres de la même nature : comme de celles qui veulent que le mobile parcoure des eſpaces dans les temps égaux en raiſon double ou triple &c. ; dont la fauſſeté ſe conoit par l'experience. Mais pour ne point nous arrêter plus long temps inutilement ſur cette matiere, nous allons expliquer les raiſons qui ſervent à établir la definition de Galilée, & faire voir qu'elle à ſeule toutes les conditions qui nous ont cy-devant paru neceſſaires à un Principe de Phyſique : c'eſt à dire qu'elle n'a rien d'abſurde ; Qu'elle eſt conforme aux loix ordinaires de la nature, étant ſimple, uniforme, aiſée ; Et que tout ce qui arrive au mouvement acceleré des corps qui tombent, peut-être facilement expliqué par ſon moïen, ſans que de ſa poſition l'on puiſſe tirer aucune conſequence impoſſible ou impertinente.

Galilée aprés avoir dit qu'il n'y a rien de plus uniforme, de plus facile ny de plus conforme aux manieres ordinaires de la nature, que de dire

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. X. Un mobile en tombant aquiert à chaque moment un nouveau degré de viteſſe.

au ſujet de l'acceleration du mouvement des corps qui tombent, *Qu'un mobile en tombant aquiert en tous les momens égaux de ſa chûte, des degrez égaux de viteſſe* ; Et aprés avoir ſuppoſé par forme de Petition (qui a depuis été demontrée par Torricelli,) *Que le mobile en tombant ſur des plans diverſement inclinez aquiert un même degré de viteſſe par tout, où il y a même hauteur perpendiculaire :* Il fait voir qu'il ſuit neceſſairement de ſa definition que les eſpaces, que le mobile parcourt, ſont entr'eux en raiſon doublée des temps qu'il employe à les parcourir ; Enſorte que l'eſpace qu'il parcourt en deux temps, eſt quadruple de celui qu'il a paſſé dans le premier temps, & celui qu'il parcourt en trois temps, eſt neuf fois plus grand que le même. D'où il arrive que ces eſpaces parcourus dans des temps égaux ſe ſuivent, à commencer du point de repos, en continuelle progreſſion des premiers nombres impairs 1:3:5:7:9:&c. Enſorte que ſi le mobile paſſe un eſpace au premier temps, il en parcourra trois au ſecond, cinq au troiſiéme, ſept au quatriéme, neuf au cinquiéme, & ainſi des autres : Ainſi que nous l'avons expliqué cy-devant.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. XI. Prouvé par diverſes éxperiences.

CHAPITRE XI.

Prouvé par diverſes experiences.

ET comme par l'experience que Galilée propoſe enſuite de ce raiſonnement, il paroit que les mouvemens des corps qui tombent, obſervent exactement ces proportions ; il conclud hardiment, par une eſpece de demonſtration, que l'on appelle dans les Ecoles *à poſteriori*, que ſa definition eſt veritable.

Voici ſon experience. Dans une piece de bois de la longueur de dixhuit ou vint pieds & de la largeur de neuf ou dix pouces en un ſens & de trois pouces en l'autre, j'ay, dit-il, fait creuſer dans toute l'étenduë de la piece un canal d'un pouce de largeur ſur le côté le plus étroit, que j'ay fait tirer le plus droit & le plus uni qu'il a été poſſible, colant même au dedans du parchemin tres-fin & bien liſſé afin d'y pouvoir faire librement couler une balle de bronze parfaitement ronde & polie. Puis élevant cette piece de bois plus ou moins pour lui donner diverſes inclinations, j'ay remarqué le temps juſte que la balle employoit à deſcendre tantôt dans toute la longueur, tantôt dans la moitié, dans le quart, dans d'autres de ſes differentes parties : & des experiences repetées plus de cent fois en tous les cas, il s'eſt toûjoürs trouvé

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. XI. Prouvé par diverſes expe-riences.

que les eſpaces parcourus en toutes ſortes d'inclination, êtoient entr'eux comme les quarrez des temps de leur paſſage ; Et que les temps de la chûte ſuivant les diverſes inclinations, êtoient en raiſon ſous-doublée & reciproque de leurs hauteurs perpendiculaires, ainſi que nous l'avons dit cy-devant ; ſans qu'il y ſoit jamais arrivé la moindre choſe au contraire.

Et pour être parfaitement aſſûré de la meſure du temps : Ayant, dit-il, fait attacher en haut un grand vaiſſeau plein d'eau avec un thuyau tres-fin ſoudé au fond, par lequel il dêcouloit un petit filet d'eau, l'on la recevoit avec grand ſoin dans un verre pendant le paſſage de la balle ; puis la peſant dans la derniere juſteſſe avec une balance tres-exquiſe, l'on conoiſſoit par la difference des poids de l'eau, la difference des temps que la balle employoit à parcourir ſes differens eſpaces. Et cela avec tant de preciſion que les temps de la chûte dans toutes ces obſervations repetées infinies de fois, ne ſe ſont jamais trouvez avec une difference qui fut ſenſible dans un même cas.

Nous pouvons joindre à ceci les experiences qui ſe ſont faites depuis Galilée par Gaſſendi, par le Pere Merſene & par d'autres ; Et particulierement celle que l'on a faite au long d'un mur de quarante huit pieds de haut marquées par des lignes bien conoiſſables à la hauteur premiere-

2009 Ministerio de Cultura

ment de vint-un pieds à commencer du pied de la muraille, puis à celle de Quinze pieds au deſſus, puis de neuf & enfin à celle de trois pieds : & ayant premierement conſideré qu'un corps qui tombe paſſe un eſpace de trois pouces dans le temps d'une demi ſeconde qui ſe trouve ſouvent égal à un battement d'artere; l'on a vû par une experience repetée pluſieurs fois que laiſſant tomber une balle aſſez groſſe de toute cette hauteur de Quarante huit pieds, ſi elle ſe trouvoit preciſement au droit de la premiere marque en deſcendant de la hauteur de trois pieds au premier battement d'artere ou d'une pendule de neuf pouces de longueur, elle repondoit juſtement vis à vis de la ſeconde marque en deſcendant de la hauteur de neuf pieds au ſecond battement, & vis à vis de la troiſiéme marque en deſcendant de la hauteur de Quinze pieds au troiſiéme battement, & qu'enfin elle touchoit à terre aprés être deſcenduë de vint-un pieds au quatriéme. D'où vient que ſi nous prenons les premiers 3 pieds pour le premier eſpace parcouru dans le premier temps; Le ſecond eſpace de 9 pieds ſera triple du premier au ſecond temps; Le troiſiéme de 15 pieds au troiſiéme temps ſera quintuple ; Et enfin le quatriéme de 21 pieds au quatriéme temps ſera ſeptuple ; Et ainſi des autres dans la ſuite des premiers nombres impairs.

LIV. II. CHAP. XI. Prouvé par diverſes experiences.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP XI. Prouvé par diverſes experiences.

Ainſi appliquant par un bout, au bas du diametre perpendiculaire d'un grand cercle decrit ſur une muraille, une regle bien droite creuſée dans ſa longueur, comme celle dont Galilée s'eſt ſervi dans ſon experience, & hauſſant l'autre bout en toutes ſortes d'inclination au long de la circonference du cercle; Si on laiſſe tomber deux balles dans un même temps, l'une de l'extremité ſuperieure du même diametre perpendiculaire & l'autre dans le canal de la regle, du point où elle touche la circonference en quelqu'angle d'êlevation que ce puiſſe être; Elles ſe trouveront toutes deux enſemble preciſement au même temps à terre.

Ceci ſe confirme par divers autres effets de de la nature qu'il eſt malaiſé de bien expliquer par autre voye que par cette ſuppoſition. Ce que nous avons dit, par exemple, de l'experience du P. le Cazre, c'eſt à dire d'une balle de plomb qui, tombant d'une certaine hauteur dans le baſſin d'une balance & êlevant un certain poids mis dans l'autre baſſin, doit tomber d'une hauteur quadruple de la premiere ſi l'on veut qu'elle êleve le double du premier poids, & d'une hauteur 9 fois plus grande pour êlever le triple, & 16 fois plus grande pour le quadruple, 25 fois pour le quintuple. Et ainſi des autres, enſorte que les hauteurs ſoient toujours en raiſon doublée des poids.

2009 Ministerio de Cultura

Cela, dis-je, ne peut pas être facilement entendu, si l'on ne dit que la difference des poids êlevez marque la difference des percuſſions de la balle tombant dans le baſſin : & ces percuſſions n'êtant differentes qu'à proportion des viteſſes aquiſes par la chûte du mobile, comme les differentes hauteurs ne ſont que les eſpaces que le mobile parcourt pour les aquerir ; il s'enſuit que les eſpaces parcourus ſont entr'eux en raiſon doublée ou comme les quarrez des viteſſes aquiſes, conformement à la definition de Galilée.

LIV. II. CHAP. XI. Prouvé par diverſes expe-riences.

Celle-ci eſt encore de la même nature. Prenez un tuyau debout dans lequel il y ait de l'eau qui demeure toujours à une certaine hauteur comme à celle d'un pied, & recevez celle qui en decoule pendant un certain temps par un petit trou comme d'une ligne de diametre creuſée dans le fond du tuyau, (qui ſoit par exemple d'une demi livre d'eau dans le temps de 13 ſecondes.) Si vous voulez en avoir deux fois autant c'eſt à dire une livre qui coule dans le même temps & par le même trou, il faudra que l'eau ſoit toûjours dans le même tuyau à la hauteur de 4 pieds, à celle de 9 pieds ſi l'on veut en avoir le triple ou une livre & demie, & de 16 pieds pour le quadruple ou pour deux livres, & ainſi du reſte enſorte que les hauteurs de l'eau dans le tuyau, ſoient toûjours comme les quar-

2009 Ministerio de Cultura

L'IV. II. CHAP. XI. Prouvé par diverſes expe-riences.

rez des poids de l'eau qui s'écoule dans un même temps.

Or comme la difference de la quantité de l'eau qui paſſe par un même trou en même temps, ne vient que de la differente viteſſe avec laquelle elle s'écoule; Et comme cette difference de viteſſe ne provient que de la quantité de l'eau qui peſe au deſſus & qui ſe fait ſentir à proportion de ſa hauteur dans le tuyau : il paroît que ces mêmes hauteurs ſont entr'elles en raiſon doublée des viteſſes qu'elles impriment à l'eau de deſſous ; leſquelles étant les mêmes que celles que l'eau auroit aquiſes en tombant des mêmes hauteurs, c'eſt à dire en parcourant les mêmes eſpaces ; il s'enſuit toûjours que les eſpaces parcourus ſont entr'eux en raiſon doublée des viteſſes.

Si le tuyau étant plein juſqu'au ſommet vous laiſſez écouler toute l'eau par le même trou, vous verrez avec plus de facilité que les eſpaces que l'eau parcourt en diminuant dans le tuyau dans des temps égaux ſe ſuivent en progreſſion des nombres impairs. Comme ſi le tuyau étant de trois pieds de haut ou de 36 pouces, vous remarquez que l'eau deſcende de la hauteur d'onze pouces en trois battemens d'artere ou d'une pendule, elle deſcendra preciſement de 9 pouces, puis de 7, puis de 5, de 3, & enfin de la derniere hauteur d'un pouce. Et toûjours dans le

2009 Ministerio de Cultura

le même temps de trois battemens ; conformement à la nature du mouvement expliquée par Galilée.

LIV. II. CHAP. XI. Prouvé par diverſes experiences.

Or pour montrer que l'eau qui peſe dans le tuyau imprime à celle du fond, la même viteſſe qu'elle auroit aquiſe ſi elle êtoit tombée de la hauteur où ſa ſurface ſuperieure ſe trouve dans le même tuyau : il ne faut que faire enſorte que l'eau ſortant par le fonds puiſſe rejaillir vers le haut à plomb ; car on la verra remonter à la même hauteur de cette ſurface ſuperieure, (ſi l'air & les autres empechemens de dehors ne lui ôtoient rien de ſa viteſſe,) ainſi qu'elle feroit ſi c'êtoit un corps ſolide & qui pût être reflechi, lequel en tombant de la même hauteur auroit aquis un degré de viteſſe capable de le faire remonter au lieu d'où il ſeroit parti.

Attachez deux cordes de même longueur & groſſeur ſur une ligne horizontale à un mur comme à la hauteur de trois pieds, les faiſant ſoutenir ſur un appui parallele au mur à la même hauteur ; faites pendre à chacune à l'autre bout un poids égal, comme d'une livre, qui les tienne l'un & l'autre en ſituation horizontale mollement, mais également bandées & paralleles entr'elles. Enſuite les tirant toutes deux enſemble horizontalement par leur milieu, laiſſés les aller en même temps, & vous verrez pre-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP XI. Prouvé par diverſes expe-riences.

mierement qu'elles feront diverſes allées & venuës horizontales qui feront toutes dans des temps égaux ſoit dans le commencement ou dans la fin de leur mouvement. Cela poſé : ſi vous voulez que les vibrations de l'une, comme de la premiere, ſe faſſent deux fois plus vite que celles de la ſeconde, enſorte que celle-la en faſſe deux dans le temps que celle-ci n'en fera qu'une ; il ne faut que bander la premiere deux fois plus que la ſeconde en lui attachant un plus grand poids : & ce poids pour cet effet ne doit pas être ſeulement de deux livres c'eſt à dire double du premier poids que nous avons ſuppoſé d'une livre, mais bien de quatre livres ou quadruple, & de 9 livres ſi l'on veut que les vibrations ſoient triples, de 16 livres ſi on les veut quadruples, & ainſi des autres ; enſorte que les poids ſoient toûjous en raiſon des Quarrez des viteſſes des vibrations.

Or comme cette difference de poids pour produire cette difference de viteſſes, fait le même effet qu'un même poids qui tomberoit de differentes hauteurs : il paroît que ces hauteurs étant proportionées au poids ſeroient toujours entr'elles en raiſon doublée des viteſſes.

Toutes ces experiences font voir cette admirable uniformité de la nature dans ſes actions, qui ſe rencontrent par tout ſi conforme à la poſition de Galilée : A quoy nous allons encore

2009 Ministerio de Cultura

ajouter l'experience des pendules. Attachez en haut des cordes de differentes longueurs avec des poids pendans au bout ; enſorte neanmoins que les longueurs ſoient comme les nombres quarrez 1, 4, 9, 16, &c. Comme ſi celle de la premiere eſt d'un pied, que la ſeconde ſoit de 4 pieds, la troiſiéme de 9 pieds, la quatriéme de 16 pieds, &c.: Puis élognant les poids de leur poſition de repos, c'eſt à dire de la perpendiculaire, laiſſez les aller toutes en même temps; Et vous verrez que les vibrations ou allées & venuës de la plus petite ou de celle d'un pied, iront quatre fois plus vite que celles de la plus grande de 16 pieds, trois fois plus vite que celles de 9 pieds, & deux fois plus vite que celle de 4 pieds ; c'eſt à dire que dans le temps que la pendule de 16 pieds fera une de ſes vibrations celle de 4 pieds en fera deux, & celle d'un pied en fera quatre ; Et dans le temps d'une des vibrations de celle de 9 pieds, celle d'un pied en fera trois ; Et cela dans une juſteſſe admirable, enſorte que les nombres des vibrations ſoient toujours entr'eux en raiſon doublée des longueurs des cordes.

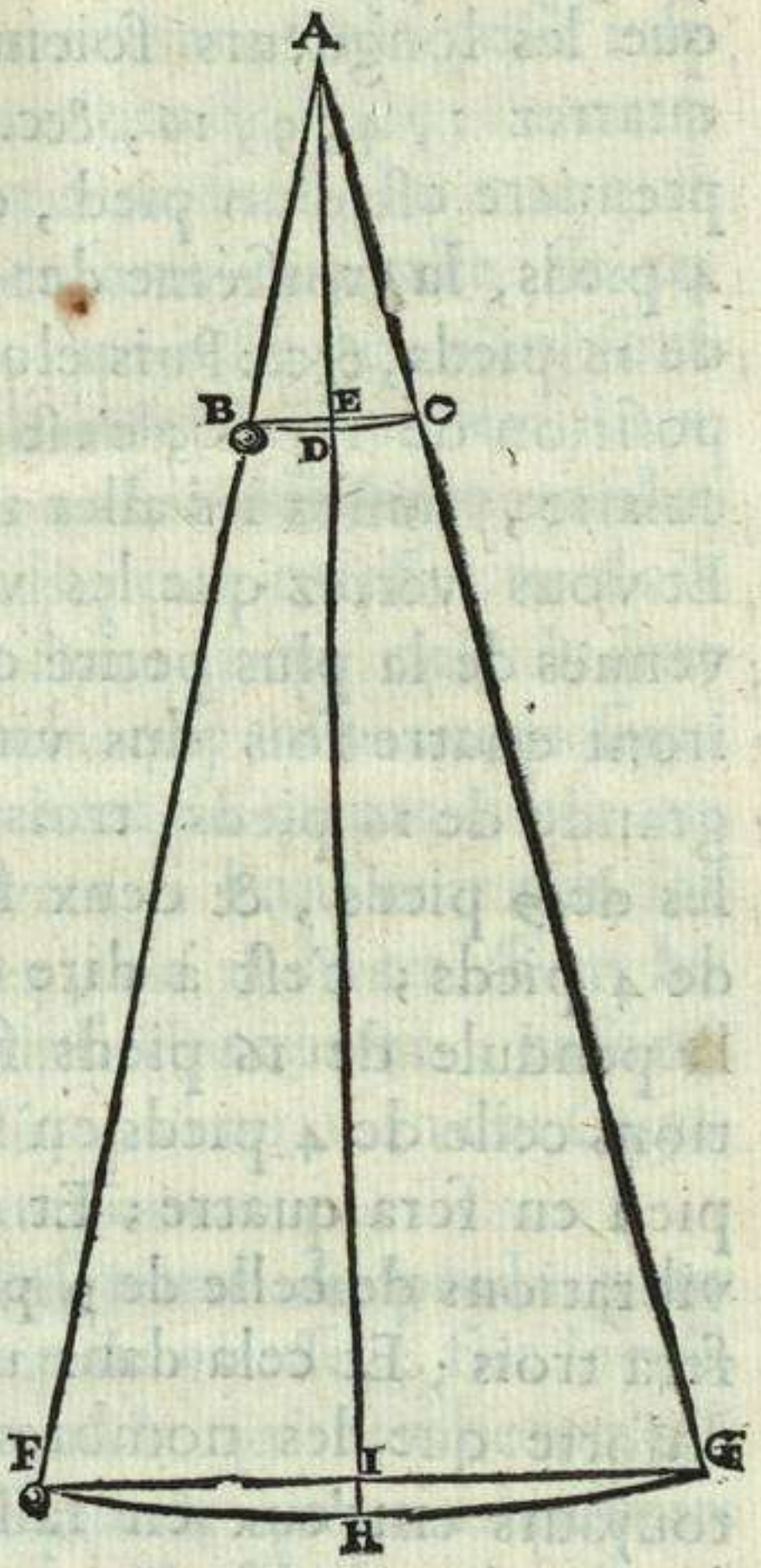
LIV. II. CHAP. XI. Prouvé par diverſes experiences.

Pour bien entendre ceci : ſuppoſant que la corde A F où pend le poids F ſoit quadruple de la corde A B où pend le poids B ; l'arc F G ſera quadruple de B C & F H de B D ; Ainſi la la droite I H qui eſt la hauteur perpendiculaire

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. XI. Prouvé par diverſes expe-riences.

que le poids F parcourt en deſcendant de F en H, ſera quadruple de la droite ED qui eſt la hauteur perpendiculaire parcouruë par le poids B deſcendant de B en D. Maintenant comme on ſçait par l'experience que les vibrations de la pendule B ſont doubles de celle de la pendule F, le temps du paſſage de F en H ſera égal au temps du paſſage de B en C, c'eſt à dire double du tems du paſſage de B en D: Mais dans le temps du paſſage de F en H, le mobile F à parcouru l'eſpace perpendiculaire I H quadruple de l'eſpace perpendiculaire E D que le mobile B à parcouru dans le temps du paſſage de F en D; Il paroît donc que les eſpaces parcourus par les mobiles ſont entr'eux en raiſon doublée des temps de leur paſſage.



Ces mêmes eſpaces ſont auſſi comme les quar-

2009 Ministerio de Cultura

rés des viteſſes des mêmes mobiles: car le poids F parcourant l'eſpace FH dans le même temps que le poids B parcourt l'eſpace BC; & l'eſpace FH étant double de l'eſpace BC, (car il eſt quadruple de BD:) il s'enſuit que la viteſſe du poids F eſt double de la viteſſe du poids B, & qu'elle eſt par conſequent à la viteſſe du poids B en raiſon ſous doublée de l'eſpace perpendiculaire HI qu'il parcourt, à l'eſpace perpendiculaire ED parcouru par le poids B.

LIV. II. CHAP. XI. Prouvé par diverſes experiences.

L'on peut encore montrer par une autre experience que la viteſſe du poids F eſt ſeulement double de la viteſſe du poids B, quoy que la longueur de la corde AF ſoit quadruple de la longueur AB: il ne faut que mettre une balle en H ſur une regle horizontale, enſorte que la balle qui pend en F la puiſſe fraper bien à plein en tombant de F en H; Et un autre au point D qui puiſſe recevoir l'impreſſion de la balle B tombant de B en D; car faiſant l'experience avec ſoin & ſuppoſé que les balles ſoient égales par tout, on trouvera que la balle en H ſera chaſſée deux fois plus loin que la balle en D, & trois fois plus loin ſi la corde AF étoit neuf fois plus longue que AB, & quatre fois ſi elle étoit ſeize fois plus longue, & ainſi des autres.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II.
CHAP. XII.
Raiſonemens de Balian au même ſujet.

CHAPITRE XII.

Raiſonemens de Balian au même ſujet.

JE ne veux pas oublier que Balian Senateur de la Republique de Genes dans ſon livre du mouvement, qui a paru dans le même temps que celui de Galilée, ſe ſert de l'experience des pendules pour demontrer ce que Galilée tire en conſequence de ſa definition ; c'eſt à dire que les eſpaces parcourus par un mobile tombant ſont entr'eux en raiſon doublée des temps qu'il employe à les parcourir.

Pour cet effet il ſuppoſe. 1. Que l'on peut prendre dans la circonference d'un cercle un arc tellement petit qu'il ne ſera point different de ſa tangente au moins ſenſiblement, & que ce que l'on dira de l'un pourra être éntendu de l'autre ſans erreur.

2. Que le mouvement des pendules dans leur commencement n'eſt point different du commencement de celui des corps qui tombent.

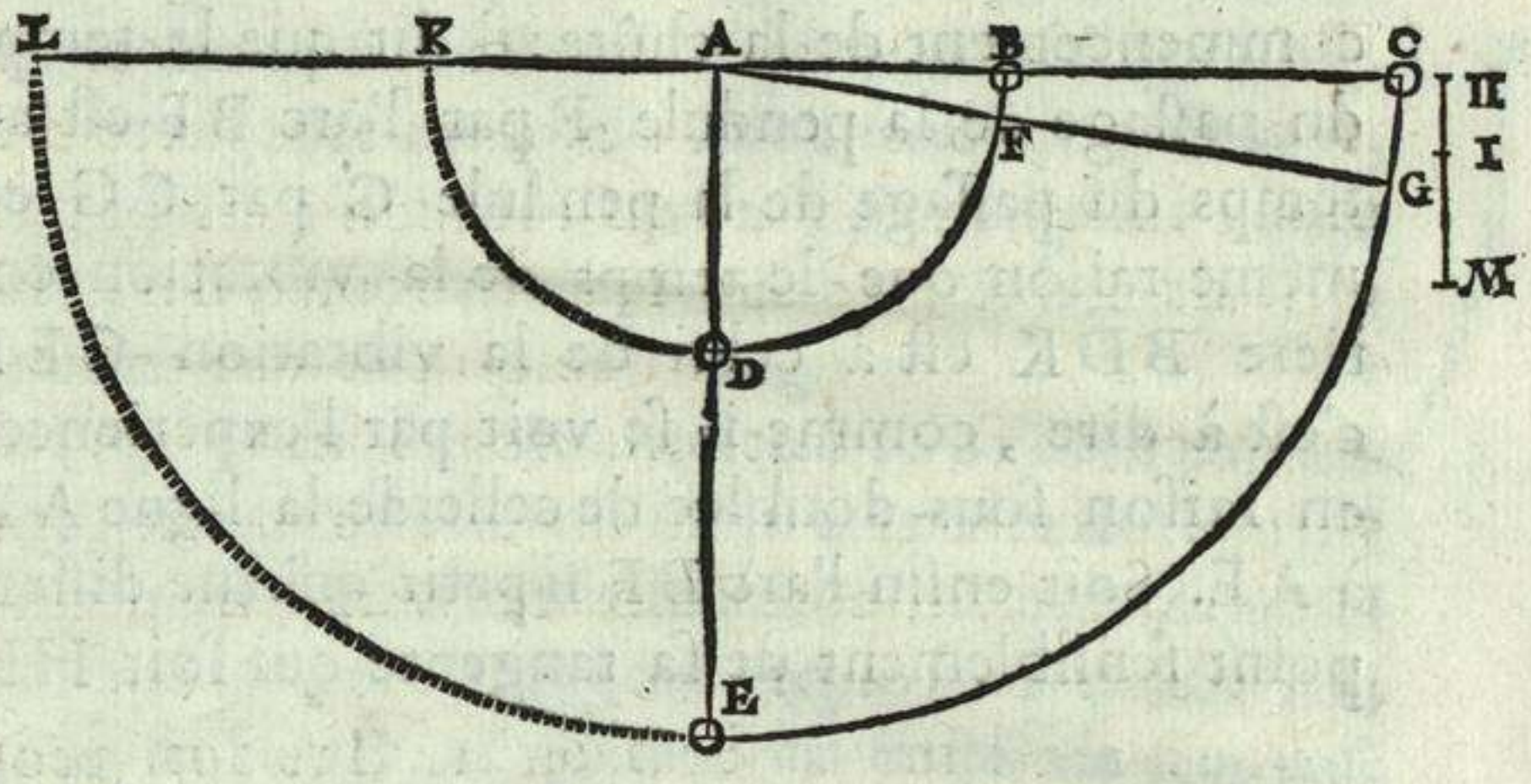
3. Que les temps du paſſage de deux pendules par des arcs ſemblables & ſemblablement poſez, ſont entr'eux comme les temps de leurs vibrations entieres, c'eſt à dire en raiſon ſous-doublée des longueurs de leurs cordes.

4. Et qu'enfin une ligne droite étant priſe, de

2009 Ministerio de Cultura

quelque grandeur qu'elle ſoit, on peut trouver un cercle tellement grand, que cette droite ſera la tangente d'un arc qui n'en ſera point ſenſiblement different.

LIV. II. CHAP. XII. Raiſonement de Balian au même ſujet.

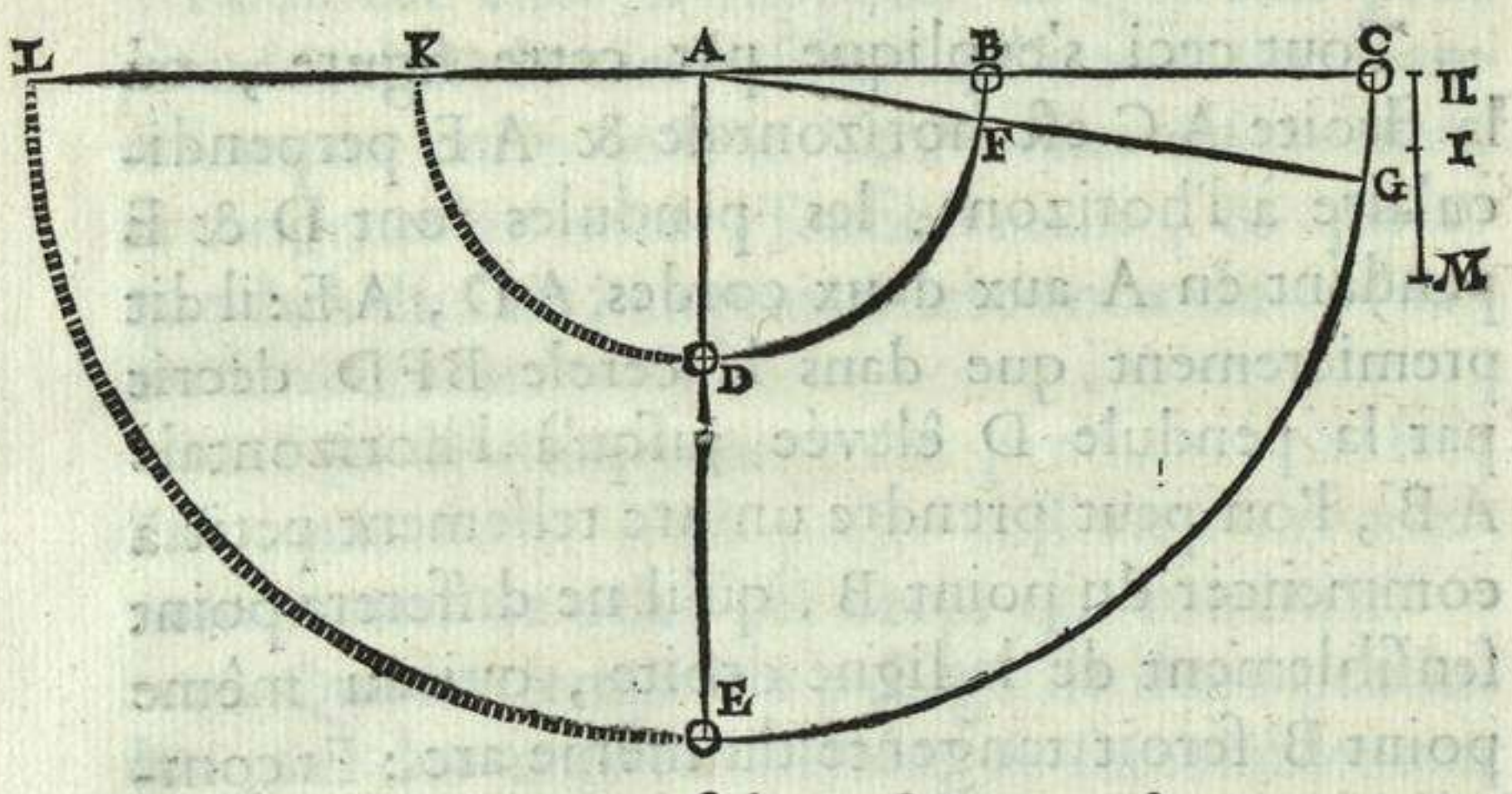


Tout ceci s'explique par cette figure, où la droite A C eſt horizontale & A E perpendiculaire à l'horizon, les pendules ſont D & E pendant en A aux deux cordes A D, A E: il dit premierement que dans le cercle B F D decrit par la pendule D êlevée juſqu'à l'horizontale A B, l'on peut prendre un arc tellement petit à commencer du point B, qu'il ne differera point ſenſiblement de la ligne droite, qui au même point B ſeroit tangente du même arc: Et comme cette tangente ſeroit perpendiculaire à l'horizon; il s'enſuit en ſecond lieu, que le mouvement du poids de la pendule B par ce petit arc ne ſera point different du mouvement du même

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. XII. Raisonement de Balian au même sujet.

poids B qui tomberoit librement par cette tangente. En troisiéme lieu si l'on mene du point A la droite A F G qui coupant la circonference B D en F & C E en G, fasse les arcs B F, C G semblables & semblablement posez à l'égard du commencement de la chûte: il dit que le temps du passage de la pendule B par l'arc B F est au temps du passage de la pendule C par C G en même raison que le temps de la vibration entiere B D K est à celui de la vibration C E L c'est à dire, comme il se voit par l'experience, en raison sous-doublée de celle de la ligne A D à A E. Soit enfin l'arc B F si petit qu'il ne differe point sensiblement de sa tangente qui soit H I;

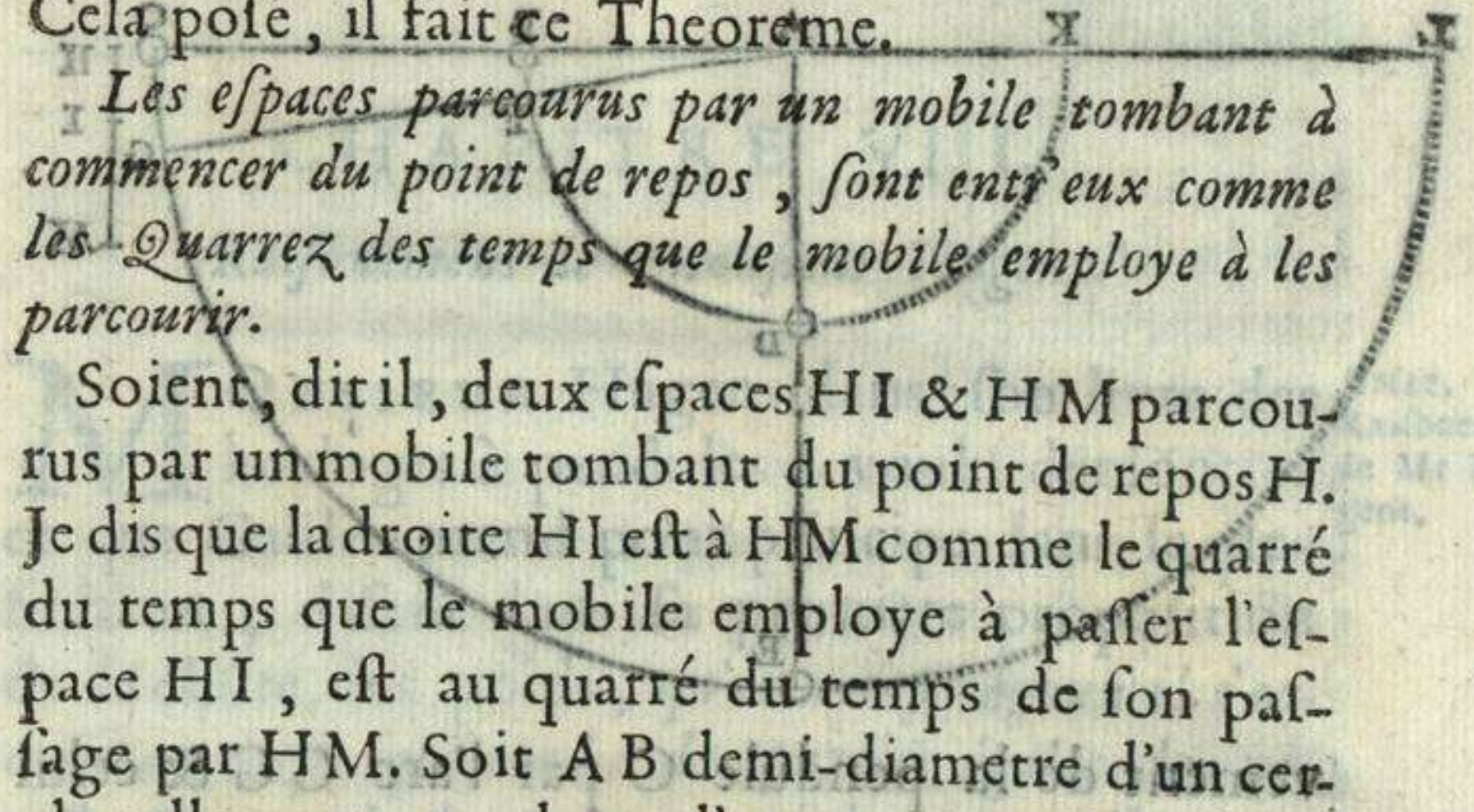


Il est constant que si l'on fait que le rayon A B soit à un autre comme A C, ainsi que la droite H I est à un autre droite H M de quelque grandeur qu'elle puisse être, l'arc C G dans la circonference

2009 Ministerio de Cultura

ference de ce grand cercle ne ſera point different ſenſiblement de la droite HM qui en ſera la tangente, comme HI eſt la tangente de l'arc BF; Et ce que l'on dira de l'arc CG pourra être entendu de la droite HM ſans aucune erreur. Cela poſé, il fait ce Theoreme.

LIV. II. CHAP. XII. Raiſonement de Balian au meme ſujet.



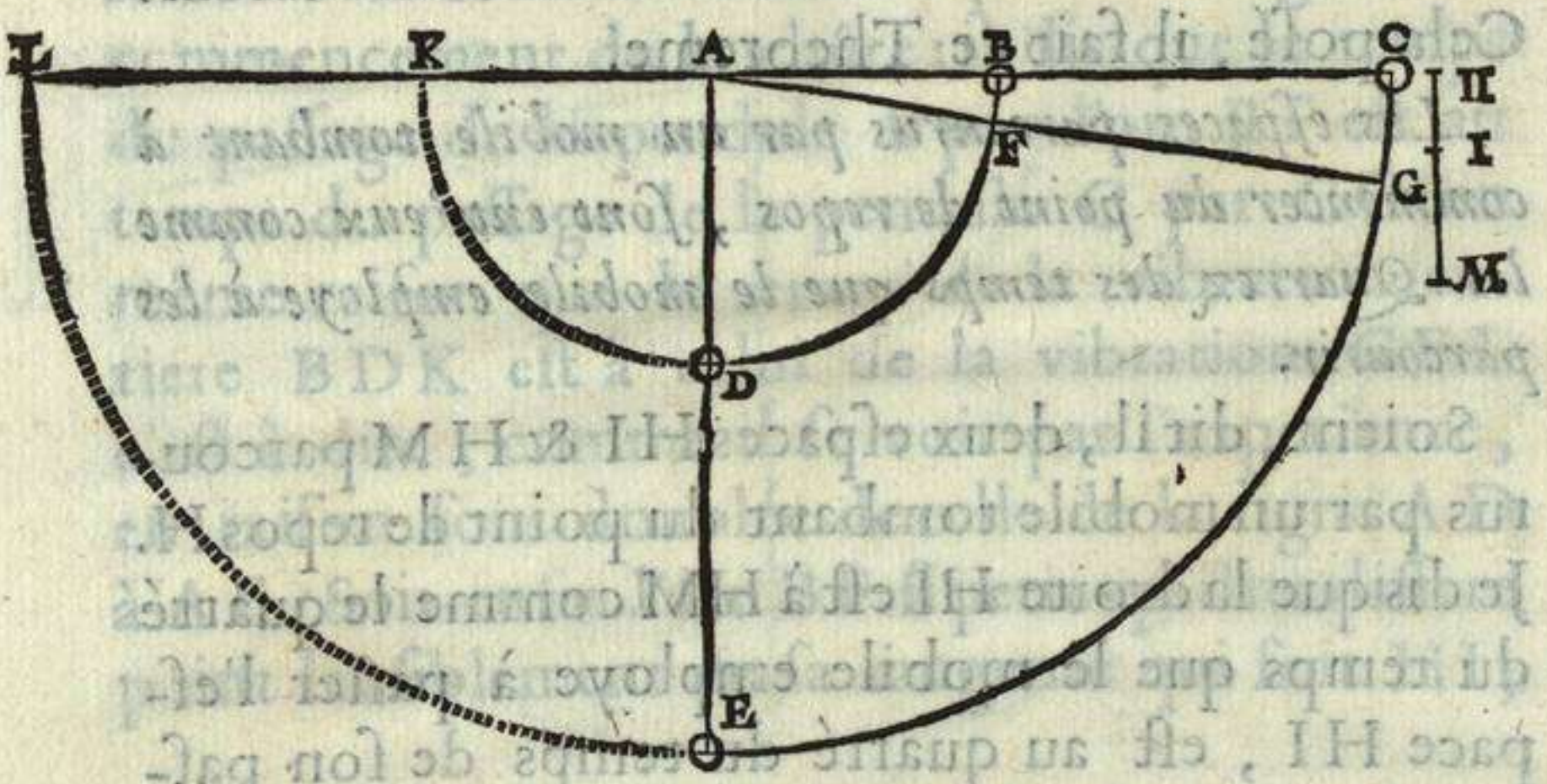
Les eſpaces parcourus par un mobile tombant à commencer du point de repos, ſont entr'eux comme les Quarrez des temps que le mobile employe à les parcourir.

Soient, dit il, deux eſpaces HI & HM parcourus par un mobile tombant du point de repos H. Je dis que la droite HI eſt à HM comme le quarré du temps que le mobile employe à paſſer l'eſpace HI, eſt au quarré du temps de ſon paſſage par HM. Soit AB demi-diametre d'un cercle tellement grand que l'arc comme BF, dont la tangente au point B ſur l'horizontale AC eſt égale à HI, ſoit ſi petit à l'égard de toute la circonference, qu'il ne ſoit point different ſenſiblement de la perpendiculaire HI; Et comme HI eſt à HM ainſi le rayon AB ſoit à un autre comme AC, dont la circonference ſera par conſequent ſi grande que l'arc CG coupé par la droite AF continuée, ſera auſſi tellement petit à l'égard de toute ſa circonference qu'il ne differera point ſenſiblement de ſa tangente, laquelle ſera égale à HM & perpendiculaire au point C. Il n'y aura donc point, par la ſeconde

ARCHIVO FACULTATIVO
DE
ARTILLERIA.
2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. XII. Raisonement de Balian au meme sujet.

supposition, de difference entre le mouvement de la pendule B par l'arc BF & celui du poids tombant librement du point B par la tangente perpendiculaire égale à HI, ny entre le mouvement de la pendule C par l'arc CG & celui du poids tombant de C par la tangente perpendiculaire & égale à HM; & le temps de l'un sera égal au temps de l'autre. Or comme les arcs BF, CG sont semblables & semblablement posés, le temps du passage de B par l'arc BF est par la troisiéme supposition, au temps du passage de C par l'arc CG, comme le temps de la vibration entiere BDK est au temps de la vibration CEL: & ces temps étant par l'experience en raison sous doublée des longueurs des cordes AB, AC; il s'ensuit que le temps du mobile tombant par la perpendiculaire HI est au temps de son passage par la perpendiculaire



2009 Ministerio de Cultura

HM, en raiſon ſous-doublée des longueurs AB, AC. Mais AB par la conſtruction eſt à AC comme HI eſt à HM ; Donc HI eſt à HM comme le quarré du temps du mobile tombant par HI eſt au quarré du temps de ſon paſſage par HM.

LIV. II. CHAP. XII. Raiſonemens de Balian au meme ſujet.

CHAPITRE VIII.

Raiſonemens de Monſieur Hugens.

CHAP. XIII. Raiſonemens de Mr Hugens.

MONSIEUR Hugens dans ſon livre des horloges à pendules à voulu demontrer ce que Galilée prend pour principe dans ſa definition, diſant dans ſa premiere propoſition de la chûte des poids, *qu'en temps égaux il s'accroit au corps qui tombe des parties égales de viteſſe*, Et pour le demontrer voici comme il argumente.

Poſons qu'un mobile tombant du point A paſſe au premier temps l'eſpace AB, & qu'arrivant en B il y ait aquis un degré de viteſſe qui lui faſſe parcourir, au ſecond temps d'un mouvement égal, un autre eſpace comme BD. Or nous ſçavons que l'eſpace qui doit être parcouru au ſecond temps, doit être plus grand que BD, parce que cet eſpace ſeroit parcouru ceſſant même toute action de la peſanteur : Mais comme le mobile eſt porté d'un mouvement compoſé du mouvement égal par lequel il paſſeroit l'eſ-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. XIII. Raisonemens de Mr Hugens.

pace B D & de celui des poids qui tombent *par lequel il est necessaire qu'il soit porté en bas par l'espace D E égal à A B*; Ajoutant donc à B D l'espace D E égal à A B, nous sçavons que le mobile au second temps arrivera en E.

Mais si nous cherchons, dit-il, Quelle est la viteſſe que le mobile doit avoir en E à la fin du second temps, nous trouverons qu'elle est double de celle qu'il avoit en B à la fin du premier. Car nous avons dit qu'il êtoit emporté d'un mouvement composé du mouvement égal avec la viteſſe aquise en B & de celui qui lui vient de sa pesanteur, *lequel au second temps étant absolument le même qu'au premier, doit dans le cours du second temps conferer au mobile une viteſſe égale à celle qu'il lui a imprimée dans la fin du premier temps.* Partant comme le mobile a conservé entierement la viteſſe aquise à la fin du premier temps, il paroît qu'il a dans la fin du second temps deux fois c'est à dire le double de cette même viteſſe.

Voila la demonstration dans les mêmes termes que j'ay traduits du latin, dans laquelle sa maniere de raisonner à quelque chose qui fait peine; Car il ne paroît pas bien que nous sçachions, comme il dit, *qu'il est necessaire que le mobile au second temps soit porté par le mouvement*

2009 Ministerio de Cultura

de ſa peſanteur au long de l'eſpace DE *égal à l'eſpace* AB *qu'il a paſſé dans le premier temps* ; à moins que l'on ne poſe que le mouvement des graves eſt uniforme, & l'on ne voit pas clairement que *ce mouvement qui lui vient de ſa peſanteur ſoit*, comme il dit, *abſolument le méme au ſecond temps qu'au premier, ni qu'il doive conferer au mobile dans le cours du ſecond temps une viteſſe égale à celle qui lui a été imprimée à la fin du premier*, ſi l'on ne ſuppoſe le principe de Galilée, c'eſt à dire que le mobile en tombant aquiert dans les temps égaux de ſa chûte des degrez égaux de viteſſe. Qui eſt pourtant ce qu'il falloit demontrer.

LIV. II. CHAP. XIII. Raiſonemens de Mr Hugens.

Cette defectuoſité dont je viens de parler n'eſt que dans la forme du ſyllogiſme, & elle n'ôte rien à la verité de l'hypotheſe, ſur laquelle il demontre fort bien, (ſuppoſé que la viteſſe en E au ſecond temps, ſoit double de la viteſſe en B, & celle que le mobile a aquiſe en G au troiſiéme temps triple de la même,) Que les eſpaces BD, EF, GH êtant parcourus d'un mouvement égal, l'eſpace EF paſſé avec la viteſſe en E eſt double de l'eſpace BD paſſé avec la viteſſe en B, & l'eſpace GH paſſé avec la viteſſe en G triple du même eſpace BD, & ainſi du reſte.

Enſuite il fait voir que l'eſpace paſſé dans un certain temps par un mobile tombant du point

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. XIII. Raisonemens de Mr Hugens.

de repos, est la moitié de celui qu'il passeroit d'un mouvement égal en même temps & avec la viteſſe aquiſe au dernier moment de ſa chûte : c'eſt à dire que l'eſpace B D paſſé d'un mouvement égal au ſecond temps avec la viteſſe aquiſe en B, eſt double de l'eſpace A B paſſé dans le premier temps par le mobile tombant du point de repos A. Car comme les eſpaces parcourus dans les quatre premiers temps égaux ſont A B, B E, E G, G K qui ont entr'eux une certaine proportion ; ſi nous prenons les double des mêmes temps, enſorte que nous ayons pour premier temps, les deux pendant leſquels le mobile a parcouru les deux eſpaces A B, B E, & pour ſecond les deux autres pendant leſquels les deux eſpaces E G, G K ont été paſſés. Il faut que les deux eſpaces A E, E K parcourus dans des temps égaux par le mobile tombant du point de repos A, ſoient entr'eux comme les eſpaces A B, B E qui ſont auſſi paſſés dans des temps égaux partant du même point de repos A ; Et en changeant que B E ou ſon égal D A ſoit à A B comme E K à A E, & en diviſant D B à A B comme E K moins A E eſt à A E. Mais E K étant égal à cinq D B & deux A B, & A E égal à B D & deux A B ; E K moins A E ſera égal à quatre D B ; Et partant D B eſt à A B ou quatre D B à quatre

A
B
D
H
F
G
H
K

2009 Ministerio de Cultura

AB, comme quatre DB eſt à DB & deux AB; donc DB eſt égal à deux AB.

LIV. II. CHAP. XIII. Raiſonemens de Mr Hugens.

D'où il s'enſuit que les eſpaces parcourus dans des temps égaux à commencer du point de repos, ſont entr'eux comme les Quarrez des temps de leur chûte ou comme les quarrez des viteſſes aquiſes. Car puiſque les eſpaces AB, BE, EG, GK paſſez dans des temps égaux, ſe ſurpaſſent l'un l'autre d'un même excez qui eſt égal à BD; Il paroît que BD étant double de AB, l'eſpace BE ſera triple du même; Et EF étant double de BD, EG ſera quintuple de AB; Ainſi GH étant triple de BD, GK ſera ſeptuple du même AB & ainſi des autres dans la ſuite des premiers nombres impairs 1:3:5:7:9: &c. qui ſont les differences des premiers quarrez.

CHAPITRE XIV.

Suite de la réponſe à la cinquiéme objection.

CHAP. XIV. Suite de la réponſe à la cinquiéme objection.

L'ON pourroit maintenant dire avec quelque raiſon que tout ce que nous venons d'expliquer pour établir nôtre hypotheſe ſur la nature du mouvement des corps qui tombent ſuivant le ſentiment de Galilée, peut également convenir à celle qui veut que l'accroiſſement de viteſſe ſe faſſe ſuivant la progreſſion des ſinus verſes, ſuppoſé, comme il a été dit cy-de-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. XIV. Suite de la réponse à la cinquiéme objection.

vant, que ces deux opinions ſoient de telle nature qu'elles ne puiſſent être convaincuës de faux par les experiences que nous pouvons faire. Et qu'ainſi la difficulté en la cinquiéme objection reſte toûjours en ſon entier à cet égard, par laquelle il eſt dit que ſuivant cette derniere hypotheſe, la figure parabolique que l'on donne à la ligne de la projection des corps ſe trouveroit fort alterée & toutes les conſequences que l'on en tire.

Mais il eſt tres facile d'y repondre, en niant ſeulement la conſequence de la propoſition: car quand il ſeroit même veritable que l'accroiſſement de viteſſe dans le mouvement des corps qui tombent, ſe fit ſuivant la proportion des ſinus verſes; La figure parabolique que l'on donne à la ligne de la projection ne s'en trouveroit pas pour cela ſi fort alterée, que l'on n'en pût tirer les mêmes conſequences; puiſque la courbe dêcrite par le mobile tombant ſuivant cette hypotheſe, ſeroit tellement conforme dans ſon commencement à nôtre ligne parabolique, que tout ce que nous avons dit, de celle-ci pourroit être hardiment prononcé de l'autre, ſans craindre de faire aucune erreur qui put devenir ſenſible dans des projections vingt fois plus grandes que celles qui ſe font ordinairement parmi nous.

Outre que cette opinion des ſinus verſes, quelque

2009 Ministerio de Cultura

quelque ingenieuſe qu'elle ſoit, eſt ſuſpecte par ſes conſequences : Parceque ce qui ſuit de cette hypotheſe, (ſuppoſant le mouvement de la Terre,) qu'un mobile en tombant arriveroit au centre en ſix heures de temps, ſe trouve peu conforme aux ſuites de nos experiences par leſquelles nous ſçavons qu'un corps qui tombe, parcourt peu plus de deux toiſes dans le temps d'une ſeconde. Car ſi nous faiſons que comme le ſinus verſe d'une ſeconde eſt au ſinus total, ainſi l'eſpace de deux toiſes parcourus pendant une ſeconde eſt à un quatriéme proportionel, c'eſt à dire au demi-diametre de la terre ; Nous trouverons plus de vint-quatre millions de toiſes pour la longueur de ce demi - diametre, que nous ſçavons neanmoins n'en avoir pas plus de trois millions.

LIV. II. CHAP. XIV. Suite de la réponſe à la cinquiéme objection.

CHAPITRE XV.

Réponſe à la ſixiéme objection.

NOus pouvons répondre à la ſixiéme objection ce que dit Galilée & que nous avons expliqué cy-devant dans la réponſe à la quatriéme objection ; c'eſt à dire en exceptant des regles de nôtre Theorie les effets prodigieux que le feu de la poudre imprime aux balles d'artillerie, dont la viteſſe eſt, dit il, ſurnatu-

CHAP. XV. Réponſe à la ſixiéme objection.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. XV. Réponſe à la ſixiéme objection.

relle; Et avoüant comme lui, que la ligne que décrit la balle d'un mouſquet eſt, au moins dans ſon commencement, plus droite qu'il ne faut pour être parabolique, & qu'elle ne ſeroit en effet ſi l'impreſſion n'étoit pas ſi violente: Ce qui peut être cauſe que la portée de but en blanc & celles qui ſe font avec peu d'élevation ſur l'horizontale, ſont plus grandes qu'elles ne ſont marquées dans les tables. Mais comme cela n'arrive pas aux autres projections, & principalement à celles des Bombes, qui ne ſont pas pouſſées avec tant de violence, & dont les tirs les plus ordinaires ſe font ſur des angles de plus grande élevation: nous n'avons pas ſujet de nous plaindre de ces petites exceptions, qui ne nuiſent point du tout au deſſein principal de cet Ouvrage, lequel n'eſt fait que pour faciliter les pratiques de l'artillerie qui ſont communes & ordinaires parmi nous.

Ce n'eſt pas que l'experience rapportée dans cette objection ne ſoit ſuſpecte, c'eſt à dire celle d'un mouſquet qui, chaſſant à toute volée à la longueur de 360 toiſes, porte de but en blanc à celle de 100 toiſes; ce qui ne devroit arriver ſuivant les tables qu'à l'élevation de huit degrez. Car dans toutes ces ſortes d'experiences, il y a un concours de tant de cauſes differentes qui peuvent alterer la preciſion des effets, que le plus ſouvent ce que l'on impute à l'une depend

2009 Ministerio de Cultura

de l'autre, & même de celle à laquelle on n'aura point fait de reflexion.

LIV. II. CHAP. XV. Réponse à la sixiéme objection.

Ainsi l'on peut dire dans celle-ci par exemple, Que la plus grande portée que l'on determine à 360 to., est ici beaucoup moindre qu'elle ne devroit être, parce qu'ayant plus de chemin à faire que les autres, elle trouve plus d'obstacle par la resistance du milieu: & que la violence de l'agitation de l'air, que celle de la balle lui imprime en passant, suspend peut-être en quelque maniere l'effet de sa pesanteur & lui donne par ce moïen plus d'étenduë de portée dans les petites élevations.

Outre que ces tirs de but en blanc, quelque precaution que l'on prenne, s'êlevent toûjours au dessus du niveau du but, tant parce que mirant au long du mousquet qui est plus fort de metail à la culasse qu'à la bouche, la direction de l'ame se trouve êlevée de quelques degrez, que par la raison que nous avons apportée cy-devant de l'action de la poudre qui, s'enflammant successivement sous la balle, la fait hausser considerablement. Desorte que si l'on assemble toutes ces causes & d'autres encore que nous ne conoissons pas: Ne peut on pas dire que pensant tirer horizontalement, il arrive souvent que la balle est portée notablement en haut, & même jusqu'à l'élevation de sept ou huit degrez, dont il n'est pas si facile de reconoître la difference, & bien

2009 Ministerio de Cultura

LIV. II. CHAP. XV. Réponſe à la ſixiéme objection.

moins encore de diſtinguer la cauſe à laquelle on la doive imputer.

Ce qui fait que je crois que l'on peut aſſurer avec beaucoup d'apparance de raiſon que la nature agiſſant toujours d'une maniere, les coups de mouſquet dans leurs portées ne ſortent point des regles qu'elle a établies pour tous les autres corps jettez ; & que lors qu'il ſe trouve de la difference dans l'execution, cela vient ordinairement du faux jugement que nous faiſons de la direction de la balle & de l'eſtime de ſa veritable portée.

2009 Ministerio de Cultura

LIVRE TROISIE'ME. LIV. III.

Confirmation de la même doctrine par les experiences.

CHAPITRE PREMIER.

Explication d'une experience du Pere Merſene.

CHAP. I. Explication d'une experience du Pere Merſene par un jet d'eau.

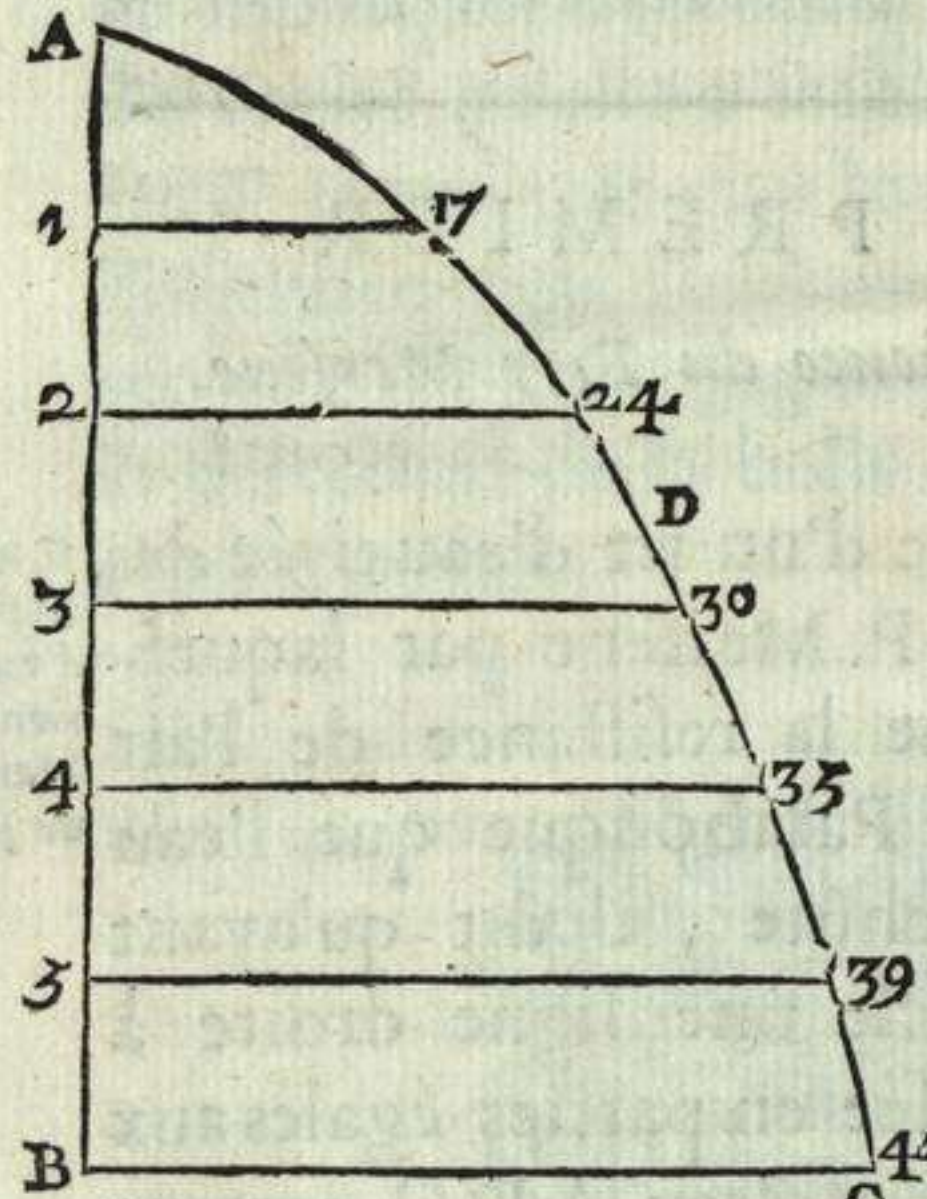
VOICI l'experience d'un jet d'eau tirée des Hydrauliques du P. Merſene par laquelle, voulant montrer que la reſiſtance de l'air altere beaucoup la ligne Parabolique que l'eau devroit decrire par ſa chûte, il dit qu'ayant marqué ſur une muraille une ligne droite à plomb comme A B diviſée en parties égales aux points 1, 2, 3, 4, &c., le jet d'eau A D C partant du point A & razant la même muraille, s'élognoit dans la diſtance de la premiere de ces parties à la longueur horizontale de dixſept pouces ; à la ſeconde de vingt quatre pouces ; à la troiſiéme de trente ; à la quatriéme de trente cinq ; à la cinquiéme de trente neuf : à la ſixiéme de quarante deux : dont les quarrez, dit-il, ne ſont pas entr'eux comme les parties de la droite A B qui leur repondent, ainſi qu'ils devroient être, ſi ces nombres étoient les ordon-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. I. Explication d'une experience du Pere Merſene par un jet d'eau.

nées d'une ligne parabolique A D C dont l'axe eſt la droite A B & le ſommet au point A.

Enſuite il s'embaraſſe dans des reflexions de Geometrie, aſſez ſubtiles, mais qui ne ſont rien



1	17	17		17	3 1/2
2	24	24	1	24	6
3	30	29	6	30	
4	35	34		34	8
5	39	38		38	9
6	42	41	8	42	5

au ſujet, ſans s'appercevoir que ces nombres ne ſont pas tant élognez qu'il dit de nôtre hypotheſe. Car ſi l'on ſuppoſe qu'à la premiere partie la premiere ordonnée ſoit, comme il dit, de dixſept pouces; la ſeconde ſuivant nôtre Theorie doit être de vint-quatre pouces & une ligne; la troiſiéme de vint-neuf pouces ſix lignes; la quatriéme de trente quatre pouces; la cinquiéme de trente huit, & la ſixiéme de quarante & un pouces huit lignes. Où l'on voit que les differences des nombres qu'il poſe & de ceux que demande la ligne parabolique ſont ſi petites, qu'il y a raiſon de douter de la juſteſſe de ſon calcul; outre qu'il y a

2009 Ministerio de Cultura

peu d'apparance que les ordonnées ſe trouvent ſi juſtes en nombres entiers & même plus grands ſur la fin qu'ils ne devroient être, quand même il n'y auroit point de reſiſtance dans l'air, laquelle devroit bien plûtôt en diminuer l'étenduë que l'augmenter. Ce qui me fait croire que le jet d'eau s'élargiſſant, comme il dit, en forme d'ellipſe à meſure qu'il s'élogne du point de ſa chûte, il a pris pour la fin de ſes ordonnées l'étenduë des gouttes les plus élognées au lieu de celle du milieu. Si l'on poſe que la troiſiéme des ordonnées ſoit juſtement de trente pouces, les differences n'en ſeront pas ſi grandes ; comme l'on voit par les nombres de la table dont les premiers ſont ceux de l'experience du Pere Merſene ; les ſeconds ſont ceux qui devroient être, ſuppoſé que la premiere ordonnée fut de dixſept pouces ; & les derniers, ſuppoſé que la troiſiéme ordonnée fut de trente pouces. Et partout on voit que le jet d'eau ſuit aſſez exactement la ligne de nôtre hypotheſe, c'eſt à dire la parabolique.

LIV. III. CHAP. I. Explication d'une experience du Pere Merſene par un jet d'eau.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. II. Premiere experience faite à l'Academie Royale des Sciences par Mr Mariote.

CHAPITRE II.

Premiere experience faite à l'Academie Royale des Sciences par Monsieur Mariote.

MONSIEUR Mariote aprés avoir fait diverses experiences particulieres des jets d'eau, en a fait voir une dans l'Academie Royale des Sciences qui convient precisement à la Theorie de Galilée. Ayant fait êlever un tonneau plein d'eau à la hauteur de sept ou huit pieds, percé dans le fond par un tuyau perpendiculaire de six pieds de long & d'environ deux pouces de diametre, avec un ajutoir ou robinet perpendiculaire & un autre incliné suivant l'angle de 45 degrez : il à fait voir que l'eau, sortant par deux robinets en même temps, faisoit deux jets dont le perpendiculaire êtoit toûjours moindre de quelques pouces que la hauteur de l'eau contenuë dans le tonneau, & l'autre s'étendoit au loin, ensorte neanmoins que sa longueur horizontale étoit toûjours double de la hauteur du jet perpendiculaire ; l'un & l'autre diminuant avec une admirable uniformité à mesure que l'eau du tonneau se vuidoit, & conservant toûjours cette proportion double du grand jet à la hauteur de petit.

Les autres experiences qui se sont faites & repetées

2009 Ministerio de Cultura

repetées plusieurs fois dans la même Academie, & même à l'Obſervatoire en preſence de Monſeigneur le Dauphin, ne permettent pas que l'on puiſſe douter davantage de la verité de nôtre ſuppoſition, à laquelle elles ſe ſont trouvés conformes en tous les cas avec autant de preciſion & de juſteſſe que l'on ſçauroit attendre des experiences humaines.

LIV III. CHAP. II. Premiere experience faite à l'Academie Royale des Sciences par Mr Mariote.

CHAPITRE III.

Seconde experience faite à l'Academie Royale des Sciences, par la machine de Monſieur Perrault.

ET ſans parler de celles que j'ay faites en mon particulier avec de l'eau, avec un arc, une arbaletre, un arc à jalet, un trebuchet fait à l'imitation des Baliſtes des Anciens ; & même avec un piſtolet chargé toûjours également & de même poudre, (quoy qu'elles ayent toutes reüſſi aſſez juſte ;) j'expliqueray ſeulement celles-cy qui ont été faites publiquement, dont la premiere eſt par le moyen de cette Machine de l'invention de Mr Perrault.

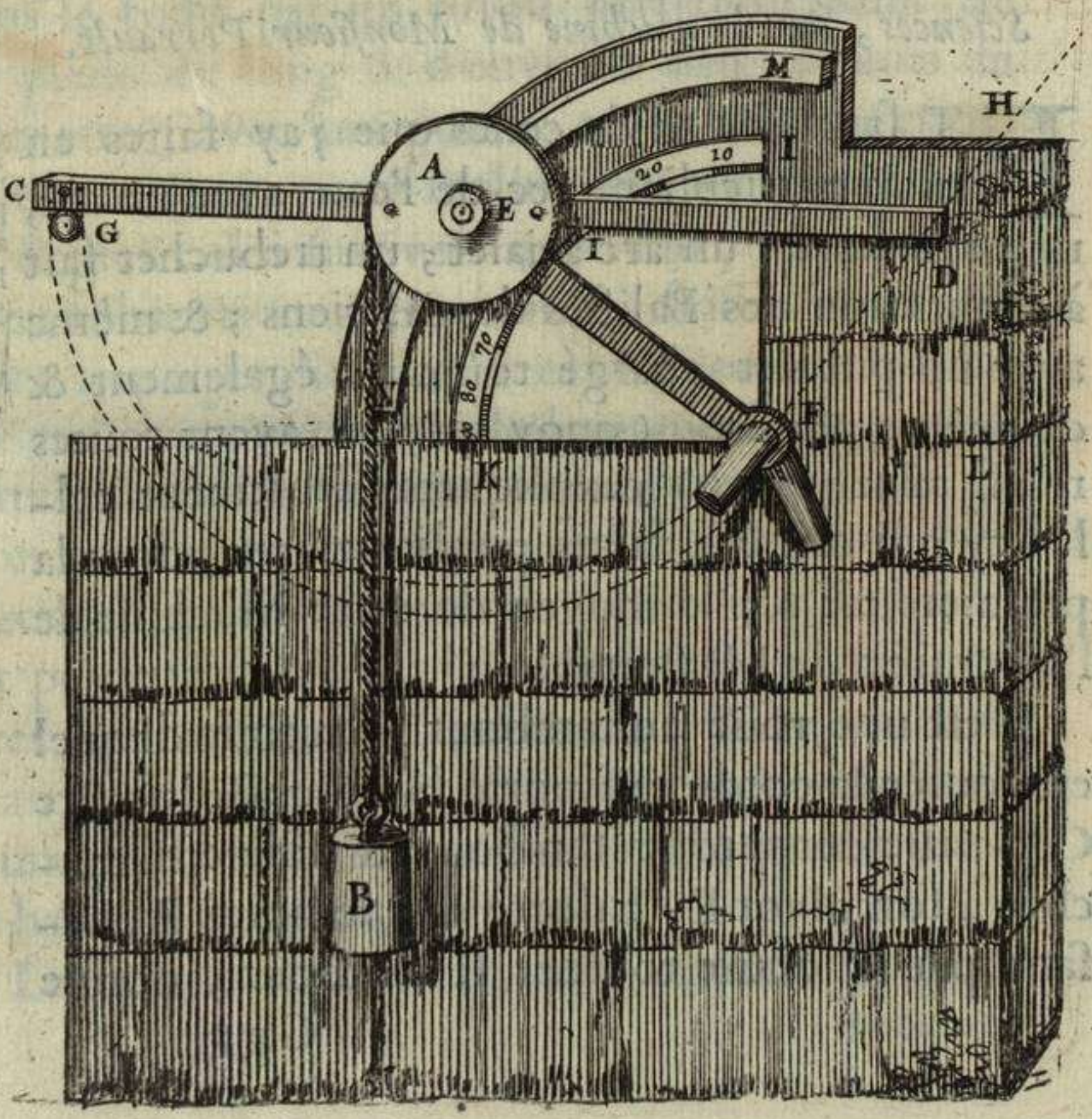
CHAP. III. Seconde experience faite à l'Academie Royale des Sciences par la Machine de Mr Perrault.

C'eſt une roüe ou tambour A autour duquel eſt roulée la corde qui porte le poids B, la barre CD paſſe derriere le tambour & elle eſt attachée à ſon pivot E, enſorte que le poids B, faiſant par ſa chûte tourner le tambour, donne

2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. III. Seconde experience faite à l'Academie Royale des Sciences par la Machine de Mr Perrault.

auſſi le mouvement à la barre, qui decrivant l'arc de cercle CF & frappant contre un autre pivot ſolide & bien attaché au point F, fait partir la balle G, avec la viteſſe que le mouvement du poids lui imprime ſuivant le direction de la droite FH qui touche l'arc CF au point F. Ce pivot au point F eſt poſé au centre du quart de cercle IK ſitué verticalement & diviſé en 90 degrez à commencer du haut de la perpendiculaire IF; & le tambour A peut tourner dans le creux MN ſur le même centre F par le



2009 Ministerio de Cultura.

moïen de la barre ou rayon A F, afin de pouvoir donner tel degré d'élevation que l'on veut au jet de la balle : Car posant la barre A F sur le degré proposé du quart de cercle, & attachant le tambour en cette situation par le moïen d'une viz & d'un écrouë qui est derriere la rouë, en sorte qu'il y soit ferme ; l'angle L F H de la direction de la balle est le même que l'angle I F A de l'inclination de la Machine. Par ce moïen amenant le bout D de la barre C D au dessus du pivot F, le poids tombant lui fera faire un demi tour en toutes sortes de situation : Et partant l'impression sera toûjours la même ; & la difference des portées ne viendra que de la difference des angles de position. L'on pourroit lui faire faire un tour entier & augmenter par ce moyen la force de l'impression, en ôtant la queuë A D de la barre C D, & amenant le point C au dessus du point F.

LIV. III. CHAP. III. Seconde experience faite à l'Academie Royale des Sciences par la Machine de Mr Perrault.

Cette reflexion m'ayant fait dire à Mr Perrault que sa machine, étant assez forte, pourroit avoir son utilité à jetter des Grenades & des petites Bombes dans les logemens des Ennemis, lors qu'on en est assez prez ; Il m'a donné le dessein d'une autre machine qu'il a faite à l'imitation des Catapultes antiques, laquelle peut être de tres grand usage & dont je parleray cy-aprés.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP IV. Troiſiéme experience faite à l'Academie Royale des Sciences par le moyen du vifargent.

CHAPITRE IV.

Troiſiéme experience faite à l'Academie Royale des Sciences par le moïen du vif argent.

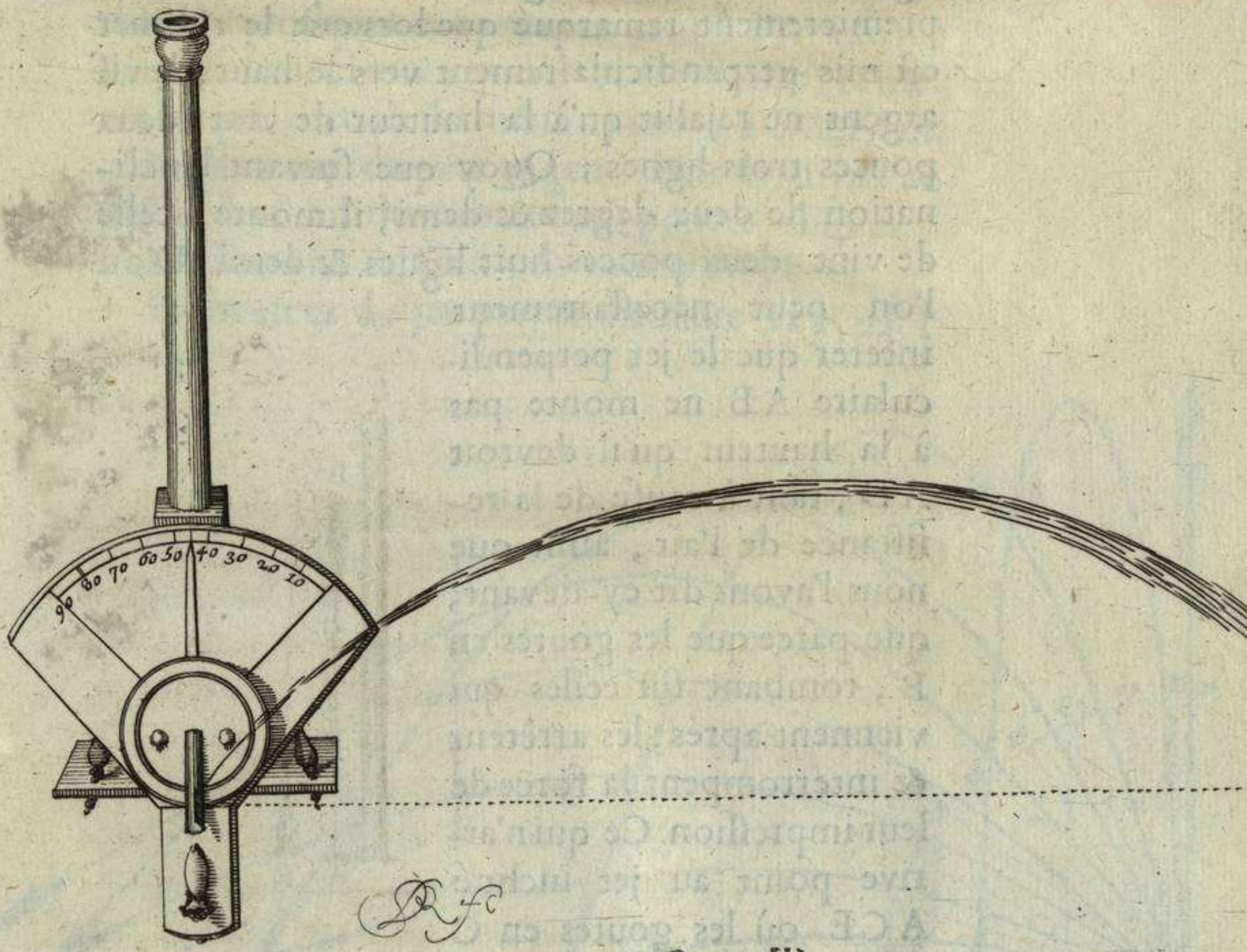
LA difficulté que j'avois trouvée dans les experiences que j'ay faites avec de l'eau, qui s'épanoüit ſur la fin du jet en forme d'ellipſe, & ſe reſout même en gouttes menuës lors que le jet eſt un peu long ; me fit penſer qu'une liqueur ſur qui l'air ne pourroit point agir avec tant de force, ſeroit plus propre à nous determiner : & faiſant reflexion que le vif argent eſt quatorze fois plus peſant que l'eau ; Je propoſay d'en faire l'experience à Meſſieurs de l'Academie Royale des ſciences, qui donnerent ordre à Mr Rômer de l'executer ; ce qu'il a fait par le moyen de cette machine.

C'eſt un tuyau de bois de vint ſix pouces de hauteur & de huit ou neuf lignes de diametre, fermé par le bout inferieur au moïen d'un robinet attaché au tuyau avec une peau d'anguille pour pouvoir ſûrement contenir le vif argent & ſe mouvoir en toutes ſortes de poſition. L'œil du robinet n'eſt que d'une demi-ligne, & l'on peut lui donner tel angle d'élevation que l'on veut par le moïen d'un quart de cercle ſitué verticalement au long du tuyau.

2009 Ministerio de Cultura

Tout cet appareil eſt poſé ſur un auget horizontal bien poli & diviſé dans ſa longueur, qui eſt de quatre à cinq pieds, en pouces, lignes & demi lignes avec beaucoup de juſteſſe, afin de pouvoir juger preciſement de la longueur des portées par la chûte du vif argent dans cet auget : & pour plus de precaution, l'on a mis de bout une carte teinte en noir ſur le même auget

LIV. III. CHAP. IV. Troiſiéme experience faite à l'Academie Royale des Sciences par le moïen du vif argent.

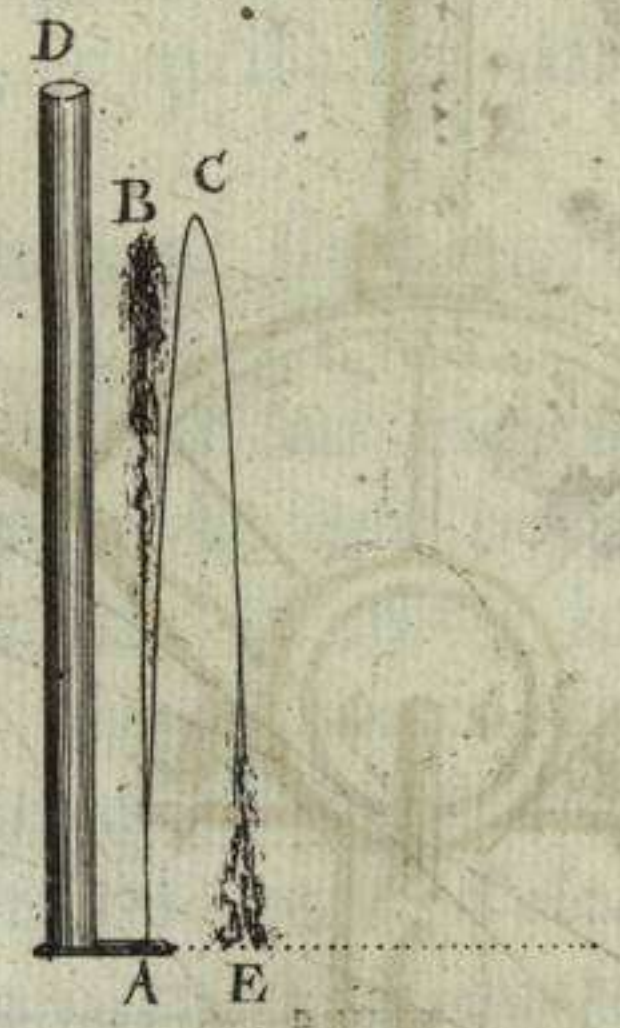


2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. IV. Troiſiéme experience faite à l'Academie Royale des Sciences par le moyen du vif argent.

dans toute ſa longueur, & de la hauteur du tuyau, ſur laquelle on a marqué, avec tout le ſoin poſſible, le cours entier des paraboles du vif argent en pluſieurs élevations differentes, pendant que dans ſon paſſage il razoit la carte de fort prés.

Sur cette preparation le tuyau ayant été rempli à la hauteur de vint-quatre pouces & deux lignes avec du vif argent bien épuré : l'on a premierement remarqué que lors que le robinet eſt mis perpendiculairement vers le haut, le vif argent ne rejallit qu'à la hauteur de vint-deux pouces trois lignes ; Quoy que ſuivant l'inclination de deux degrez & demi, il monte à celle de vint-deux pouces huit lignes & demi. D'où l'on peut neceſſairement inferer que le jet perpendiculaire AB ne monte pas à la hauteur qu'il devroit AD, tant à cauſe de la reſiſtance de l'air, ainſi que nous l'avons dit cy-devant, que parce que les goutes en B, tombant ſur celles qui viennent aprés, les arrêtent & interrompent la force de leur impreſſion. Ce qui n'arrive point au jet incliné ACE où les goutes en C



2009 Ministerio de Cultura

ne retombent point vers A, & n'alterent rien à l'impreſſion de celles qui les ſuivent. Ce qui fait que l'on peut ſûrement prendre pour la veritable hauteur du jet perpendiculaire celle de vint-deux pouces neuf lignes.

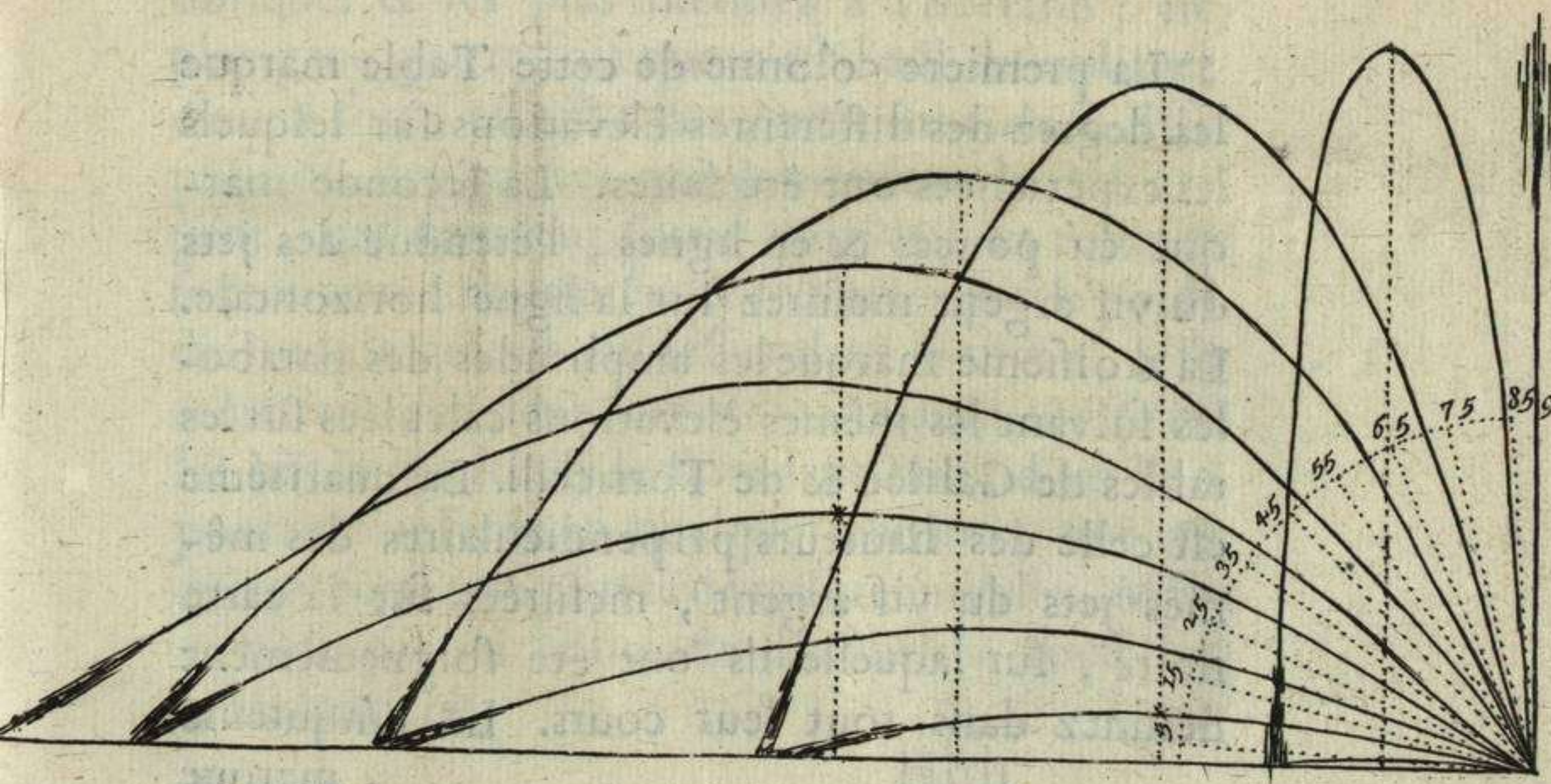
LIV. III. CHAP. IV. Troiſiéme experience faite à l'Academie Royale des Sciences par le moïen du vif argent.

Voici les longueurs & les hauteurs des portées du vif argent en diverſes êlevations, tirées de la Table noire ſur laquelle les paraboles entiers ont êté decrites, & verifiées par la repetition de pluſieurs experiences tant à l'Academie Royale des Sciences qu'à l'Obſervatoire, & même en preſence de MONSEIGNEUR LE DAUPHIN.

La hauteur du vif argent dans le tuyau au deſſus de l'œil du robinet: 24 pouces 2 lignes.

Le diametre de l'œil peu moins de $\frac{1}{2}$ l.

La hauteur du jet perpendiculaire 22 p. 9 l.



2009 Ministerio de Cultura

LIV. III. CHAP. IV. Troiſiéme experience faite à l'Academie Royale des Sciences par le moïen du vif argent.

TABLE

deg.	AMPLITUDES. vrayes		selon le calcul.		HAUTEURS. vrayes		selon le calcul.	
	Pouc.	lign.	Pouc.	lign.	Pouc.	lig	Pouc.	lign.
0								
5	7	10	7	10 1/2	0	2	0	2
15	22	7	22	9	1	8	1	6 1/2
25	34	7 1/2	34	10	4	2	4	1
35	42	4 1/2	42	9	7	6	7	6
45	45	3 1/2	45	6	11	5	11	4 1/2
55	42	9	42	9	15	3 1/2	15	3
65	34	10	34	10	18	8 1/2	18	8
75	23	0	22	9	21	2 1/2	21	2 1/2
85	7	10	7	10 1/2	22	6 1/2	22	7
90	0		0		22	9	22	9

La premiere colonne de cette Table marque les degrez des differentes êlevations ſur leſquels les experiences ont êté faites. La ſeconde marque en pouces & en lignes, l'êtenduë des jets du vif argent meſurez ſur la ligne horizontale. La troiſiéme marque les amplitudes des paraboles ſuivant les mêmes êlevations calculées ſur les tables de Galilée & de Torricelli. La quatriéme eſt celle des hauteurs perpendiculaires des mêmes jets du vif argent, meſurées ſur la carte noire, ſur laquelle ils ont été ſoigneuſement deſſinez dans tout leur cours. La cinquiéme marque

2009 Ministerio de Cultura

marque les hauteurs des mêmes jets calculées sur les Tables de Galilée & de Torricelli.

LIV. III. CHAP. IV. Troiſiéme experience faite à l'Academie Royale des Sciences par le moyen du vif argent.

Où l'on voit en general que l'experience eſt tellement conforme à la Theorie que leur plus grande difference ne monte pas à la centiéme partie de l'étenduë du jet; ce qui doit être bien plûtôt attribué à quelqu'une des cauſes que nous avons expliquées cy-devant, qu'à aucun défaut de l'hypotheſe. D'autant plus que les portées qui ſe font autour du ſixiéme point de l'équerre, c'eſt à dire aux environs de l'angle demi-droit, qui ſont les plus ordinaires pour les jets des Bombes, ſont les plus juſtes & les plus proches de celles que l'on trouve par le calcul.

Il eſt à remarquer dans cette experience que le filet du vif argent, mêmes aux jets les plus obliques & les plus inclinez à l'horizon, eſt plus gros quatre fois que n'eſt l'œil du robinet d'où il ſort; ce qui vient, peut être, de la diſpoſition des parties qui compoſent le vif argent, qui dans leur ſortie par l'œil du robinet ſe trouvent comprimées & reſſerrées par le poids du liquide qui eſt au deſſus dans le tuyau, & ſe remettent dans leur état ordinaire auſſi tôt qu'elles ont la liberté de le faire dans l'air; d'où l'on pourroit inferer en quelque maniere, que ces parties font une eſpece de reſſort entr'elles. Mais ce n'eſt pas ici le lieu de diſcourir à fond ſur cette matiere.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. Resolution des difficultez de la pratique du jet des Bombes.

LIVRE QUATRIE'ME.

Resolution des difficultez de la pratique du jet des Bombes.

APRE'S avoir examiné les raisons qui sembloient devoir entierement detruire la Theorie que nous avons supposée dans tout ce discours, il ne reste plus mainte-qu'à resoudre les difficultés que l'on peut proposer contre la Pratique, à laquelle on donne ordinairement ou trop ou trop peu.

CHAPITRE PREMIER.

Premiere objection. La Theorie n'est point necessaire pour les pratiques de la Guerre.

CHAP. I. Premiere objection. La Theorie n'est point necessaire pour les pratiques de la Guerre.

CAR la plus grande partie de ceux qui font profession de porter les armes, mêmes des Officiers & particulierement de ceux qui n'ont pas êté cultivez par l'étude des lettres dansleur jeunesse, disent hardiment qu'il ne faut que de la pratique pour la Guerre; Que c'est un mêtier qui ne s'apprent point dans les livres ny par les regles; Que ceux qui n'ont que de la Theorie se trouvent bien empêchez à prendre leur parti

2009 Ministerio de Cultura

dans l'action ; & que cet appareil d'étude de Mathematique ne ſert le plus ſouvent qu'à donner de la preſomption. Que ſur le fait dont il s'agit, la haute capacité de ceux qui ſervent maintenant le Roy dans l'Artillerie, & même dans l'Art de jetter les Bombes, qui ſe trouve preſentement au plus haut point où l'on ſçauroit humainement parvenir, marque ſuffiſament qu'il eſt fort inutile de vouloir les charger de cette quantité de preceptes & d'operations de Mathematique ſi difficiles à comprendre & à mettre en œuvre ; puiſque par le bon ſens & par la ſeule pratique, ils executent ponctuellement ce qui leur peut être propoſé ſur cette matiere, ſans être aſſujetis à aucunes regles ny de meſures ny de calcul.

LIV. IV. CHAP. I. Premiere objection. La Theorie n'eſt pas neceſſaire pour les pratiques de la Guerre.

CHAPITRE II.

Seconde objection. Les inégalités de la matiere empêchent dans la Pratique les effets des regles de la Theorie.

LEs autres au contraires aſſurent, que bien que ces regles puiſſent avoir quelque juſteſſe dans la Theorie; Elles ne ſçauroient neanmoins reuſſir dans la Pratique, à cauſe des irregularitez & des inégalitez qui ſe trouvent dans la matiere ſur laquelle elles doivent être appli-

CHAP. II. Seconde objection. Les inégalités de la matiere empêchent dans la Pratique les effets des regles de la Theorie.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV CHAP. II. Seconde objection. Les inégalités de la matiere empêchent dans la Pratique les effets des regles de la Theorie.

quées, & qui ne peut jamais être si heureusement maniée qu'elle ne corrompe presque toûjours les effets des operations les mieux conçûes & les plus soigneusement executées.

En effet il est, disent ils, malaisé de comprendre que l'impression, que la Bombe ou le boulet reçoit par le feu du mortier ou du Canon dans chaque coup, soit toûjours la même, comme il faut neanmoins qu'elle soit necessairement pour tirer quelque utilité de la doctrine du jet des Bombes; & que cette force ne change point se servant de tant de sortes de poudres si differentes en leur composition & en leurs effets. Qui ne sçait que la même poudre, c'est à dire celle qui est faite de la même composition, fait effort à proportion de ce qu'elle est plus grosse ou plus menuë grenée, qu'elle est plus humide ou plus seiche, plus nouvelle ou plus vieille? & qui peut assurer que par le poids ou par la mesure, la charge soit toûjours la même; & qu'il y ait même quantité de poudre en tous les coups dans la piece ou dans la chambre du mortier? y ayant plus de poudre dans un même poids quand elle est seiche que quand elle est humide, & plus de poudre menuë grenée que de poudre à gros grains dans une même mesure!

Quel changement n'arrive-t-il pas à l'êtenduë des portées par la seule difference des manieres de charger la piece ou le mortier? comme lors

2009 Ministerio de Cultura

que la bombe eſt poſée (comme on dit) à nud ſur la poudre, ou lors que la chambre eſt bouchée d'un tampon pouſſé à force ; ſi la poudre eſt fort ou peu battuë ; ſi elle s'allume par tout également ou à repriſes ; ſi la piece ou le mortier eſt échaufé ou s'il eſt froid ; ſi elle recule ou ſi elle ne ſort point de ſa place ? Et qui peut dire que l'on a pointé la piece ou le mortier dans la preciſion qu'il doit être, quelque ſoin que l'on y ait pris & quelque juſtes que puiſſent être les inſtrumens dont on ſe ſert ?

LIV. IV. CHAP. II. Seconde objection. Les inegalités de la matiere empêchent dans la Pratique les effets des regles de la Theorie.

Qui peut repondre que l'ame de la piece ou du mortier ſoit parfaitement droite, égale & bien arrondie au dedans ? Que la bombe y convienne preciſement, & qu'elle ſoit parfaitement ronde ? Que la ligne qui fait l'axe de la chambre du mortier étant continuée rencontre preciſement le centre de la bombe, afin que l'action de la poudre embrazée ſe faſſe uniformement autour de ſa circonference & ne lui donne pas plus d'impreſſion d'un côté que d'autre ? Que la bombe étant chargée ait un même centre de grandeur & de peſanteur ? Que le plan de la batterie ſoit égal, également fort, uni, & parfaitement de niveau ? Que le mortier ſoit ſi bien monté ſur ſon affût que l'axe de ſes tourillons traverſe celui de l'ame & ſoit toûjours parallele à l'horizon ? & mille autres particularités de cette nature, dont la moindre eſt capa-

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. CHAP. II. Seconde objection. Les inegalités de la matiere empèchent dans la Pratique les effets des regles de la Theorie,

ble d'alterer la direction de la balle & de rendre par conſequent inutiles toutes les ingenieuſes precautions de la Theorie; Et que ſera-ce enfin ſi toutes ou la plus part y concourent par leur irregularité?

Voila, ce me ſemble, ce que l'on peut apporter contre le deſſein de ce livre au ſujet de la pratique; A quoy il faut eſſaïer de ſatisfaire, ainſi que nous avons fait aux difficultez propoſées contre la Theorie.

CHAPITRE III.

Réponſe à la premiere objection.

CHAP. III. Réponſe à la premiere objection.

AINSI je diray à ceux qui donnent tout à la Pratique, qu'il eſt vray qu'elle eſt tres-neceſſaire en tous les Arts, & particulierement à la Guerre; où l'on ne devient ordinairement habile que par un long uſage & par une ſuite d'obſervations faites avec grande application & jugement; & où ceux qui n'ont que de la Theorie ſe peuvent trouver empêchez à l'abord & juſqu'à ce qu'ils ſe ſoient reconûs, & qu'ils ayent appris à diſtinguer les temps & les lieux ou les regles, qu'ils ont appriſes, peuvent être employées utilement. Mais qu'il eſt auſſi tres-faux de dire que la Theorie leur ſoit inutile; puis qu'il n'y a rien de plus certain que cette Prati-

2009 Ministerio de Cultura

que judicieuſe & appliquée, dont je viens de parler, ne contribue jamais mieux à perfectioner un homme de Guerre, que lors qu'elle eſt fondée ſur une étude ſolide de preceptes. Et ſans m'amuſer à rechercher de grands raiſonemens pour appuyer cette penſée, ny à faire un grand denombrement des fautes conſiderables où tombent tous les jours ceux qui ſont depourvûs du ſecours des regles, lors qu'ils ſe trouvent dans des rencontres extraordinaires: il ſuffit de dire que c'eſt le ſentiment du plus grand Roy du monde & du plus habile dans le metier, Qui ne voudroit pas que l'on fit perdre le temps à MONSEIGNEUR LE DAUPHIN, en lui enſeignant ce qui ſe peut apprendre de Theorie ſur ce ſujet, & qui ne voudroit pas ſe donner la peine de le faire travailler en ſa preſence & corriger lui même, en Pere & en bon Maître, les fautes qu'il fait ſur les deſſeins des places irregulieres qu'il lui propoſe à fortifier, comme la choſe la plus importante & la plus difficile de la fortification; s'il n'êtoit bien perſuadé que ces conoiſſances lui ſeront utiles à l'avenir.

LIV. IV. CHAP. III. Réponſe à la premiere objection.

C'eſt à cet exemple que la plus part des perſonnes de qualité travaillent preſentement à cette partie des Mathematiques qui ſert principalement à la Guerre. Et c'eſt ſur ce fondement que les principaux Miniſtres de ſa Majeſté ſe ſont

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. CHAP. III. Réponſe à la premiere objection.

ſoigneuſement appliqués à cette étude, pour ſe mettre en état de conoître par eux mêmes, ce qu'il y a de bon dans les propoſitions qui leur ſont faites ; Et de bien juger & du babil des Charlatans, qui ont êté en ſi haute reputation par le paſſé, & du ſçavoir ſolide des gens de merite.

Ce que l'on apporte de la ſuffiſance de ceux qui ſervent preſentement le Roy dans les batteries, & particulierement dans celles des Bombes, ne detruit rien de ce que je dis : Car quoy qu'il ſoit conſtant qu'ils ayent mis cet Art dans un tres haut degré de perfection par la ſeule force de leur Genie & par leur grande application ; Il eſt auſſi tres-veritable qu'ils ſeroient bien plus facilement parvenus à cette haute capacité, s'ils avoient êté aidez des conoiſſances de la Theorie. A le bien prendre leur ſçavoir ſe termine à la conoiſſance des cas particuliers, qu'ils n'ont reconus qu'à force de les avoir obſervés ; & qu'ils auroient bien plûtôt, plus univerſellement, & plus aſſûrement decouvers dans les regles que cette doctrine leur auroit enſeignées.

Je pourrois ajouter, que comme les ſujets de ce merite ſont extremement rares, & ſe trouvent peu ſouvent à cauſe de la difficulté qu'ils ont d'aquerir cette ſuffiſance par les ſeules obſervations de Pratique ; l'on en devroit ce me ſemble

2009 Ministerio de Cultura

semble estimer les regles de la Theorie d'autant plus, qu'elles facilitent les moïens de parvenir à la perfection, & qu'elles peuvent par consequent servir à former de bons Eleues dans cet Art.

LIV. IV. CHAP. III. Réponse à la premiere objection.

CHAPITRE IV.

Réponse à la seconde objection.

CHAP. IV. Réponse à la seconde objection.

L'ON ne peut pas dire à ceux qui proposent les difficultez, que nous avons rapportées cy-devant contre la Pratique & qui sont pour la plûpart fondées sur la resistance & l'inégalité de la matiere, qu'elles ne soient tout a fait raisonables, & qu'il n'y en ait peut être une infinité d'autres que nous ne conoissons pas, à qui l'on pourroit imputer la cause de ces effets bigearres & surprenans que nous voyons si souvent arriver dans l'Artillerie : Mais l'on peut au moins assûrer que ces obstacles peuvent être suffisament surmontez par le soin & par la meditation laborieuse de ceux qui s'appliquent tout a fait à ce metier, & qu'ils ne sont pas capables d'empêcher que l'on ne fasse cependant un bon usage de nos preceptes.

Ceux qui servent presentement aux batteries des Bombes, où ils n'agissent que sur les conoissances qu'ils ont aquises par l'experience,

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. CHAP. IV. Réponse à la seconde objection.

rencontrent toutes les mêmes difficultez & trouvent par tout les mêmes obstacles ; Qui cependant ne les empêchent pas de tirer juste : c'est à dire qu'ils sçavent par la pratique le moïen de les conoître & d'y remedier , & d'y appliquer ensuite les regles qu'ils se sont formées par le long usage , par le moïen desquelles ils font porter la bombe où ils veulent. Pourquoy donc, à leur exemple, ne peut-on pas dire que ceux qui se servent des preceptes de cette doctrine, ont le même avantage de pouvoir par la pratique conoître & corriger ces défauts, avant que d'y appliquer les regles de la Theorie.

En un mot on ne peut pas assurer qu'en tous les Arts, la simple conoissance des preceptes suffise à leur perfection ; Il faut les sçavoir appliquer au sujet : Et c'est dans cette application que l'on trouve toûjours la resistance & l'opiniatreté de la matiere, qui fait naître mille obstacles & mille empêchemens que l'on ne conoît & que l'on n'apprent à vaincre que par la pratique & par l'experience.

Qu'elle utilité pourroit-on par exemple tirer de la Theorie de la Musique, si l'on ne s'accoutumoit par un long usage à bien entoner les notes, à se former l'oreille à la justesse des consonances, à bien juger du bon & du mauvais effet qu'elles font dans leur mêlange, tant entr'elles que parmi les dissonances que l'on y peut

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. CHAP. IV. Réponse à la seconde objection.

inferer ? La science des ordres d'Architecture & la parfaite conoissance de ses preceptes ne peut pas être de grand fruit à un Architecte, s'il ne sçait par la pratique quel choix il doit faire des ornemens propres à l'Edifice qu'il entreprent ? Quelle est la nature des materiaux qu'il y doit emploïer, & quel mêlange il en doit faire pour leur donner de la fermeté ? Quelle est la qualité du Terrain sur lequel il veut bâtir, de quelle maniere & de quelles mesures il doit faire ses fondemens pour les rendre solides ? & mille autres particularitez qui rendent les Edifices imparfaits & defectueux quand elles sont ignorées ou negligées.

Ces difficultez neanmoins se peuvent vaincre par le courage & par le travail de ceux qui s'y appliquent serieusement : Les superbes Bâtimens anciens & modernes, & les concerts admirables qui nous ravissent tous les jours, nous aprennent que l'on peut devenir excelent Musicien & parfait Architecte. Enfin aprés ce que nous avons vû par le retour heureux de ceux qui voyageant, pour ainsi dire, jusqu'en l'autre monde ont eu la rage des vents, de la mer & des Ennemis à combattre, celle de la faim & de la soif, milles perils des rochers, des courans, du feu ; & qui ont êté obligez de mettre en pratique ce qu'il y a de plus fin dans l'astronomie & dans les mecaniques : Nous pourrons assûrer qu'il

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. CHAP. IV. Réponse à la seconde objection.

ny a rien d'impossible aux soins, au travail & à l'industrie de l'esprit de l'homme.

Il est vray que c'est dans ces grandes occasions que l'on reconoît le mieux les avantages considerables que l'on tire de la science de la Theorie, qui dresse la pratique & perfectionne l'experience ; Qui toutes ensemble font heureusement prendre le bon parti dans les perils les plus presents & les plus pressants.

C'est aussi pour cet effet que le Roy entretient liberalement sur les ports de mer de son Royaume, des personnes intelligentes qui enseignent aux gens de Marine ce qu'ils doivent sçavoir de Theorie pour la navigation : & qu'il n'a rien épargné dans l'établissement qu'il a fait de ces Academies Illustres pour servir à l'avancement de ses sujets, je veux dire de celle des Sciences, de celle d'Architecture, & de celles de Peinture & de Sculpture tant à Paris qu'en Italie ; Etant persuadé que la gloire de faire refleurir les Arts & les Sciences dans ses Etats, n'êtoit pas indigne de ces mêmes soins & de cette laborieuse application qui lui donnent tant de victoires.

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. CHAP. V. Avantages à eſperer de l'inſtitution de la Compagnie des Bombardiers.

CHAPITRE V.

Avantages à eſperer de l'inſtitution de la Compagnie des Bombardiers.

L'INSTITUTION de la Compagnie des Bombardiers & les experiences qu'ils font pour le jet des Bombes, fera ſans doute que dans peu cet Art aura toute ſa perfection : pourveu qu'ils ne ſe laiſſent pas prevenir de penſées de bien-ſeance, & qu'ils attendent à raiſoner ſur les proportions de leurs jets, lors qu'ils auront un bon nombre d'épreuves exactes & fideles en toutes ſortes d'élevation du mortier ; Dans leſquelles ils doivent remarquer ſoigneuſement les juſtes longueurs des portées ſuivant la difference des angles, ainſi qu'elles ſe trouvent dans leurs experiences, ſans s'amuſer à les vouloir corriger par avance ſur des faux principes, comme il ſemble qu'il ont fait par le paſſé ſur ce qui ſe voit dans leurs Tables.

Sur tout il ſeroit bon qu'ils s'accoûtumaſſent à l'uſage juſte & precis des inſtrumens qui ſervent à prendre les angles des élevations. Que par une ſuite d'épreuves ils pûſſent ſe faire des regles pour la difference de la poudre, & determiner ſi les longueurs des jets faits avec des poudres differentes ſur une même êlevation ſont

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. CHAP. V. Avantages à esperer de l'institution de la Compagnie des Bombardiers.

proportionelles aux differents points qu'elles font courir sur une même éprouvette. Qu'ils appriſſent à bien juger de la difference des mêmes portées ſuivant la differente quantité de la charge, & ſuivant la differente maniere de la charger avec tampon ou ſans tampon, avec la poudre plus ou moins battuë, & ſelon que le mortier eſt plus ou moins échauffé.

Ces experiences étant bien faites & repetées pluſieurs fois, pourroient donner de grandes lumieres pour la ſûreté de l'application des regles de la Theorie, & produire par ce moïen des effets merveilleux pour l'Art de jetter les Bombes; dont les difficultés, quoy qu'en aſſez grand nombre en apparance, ne ſont pas neanmoins de grande conſequence. Aprés tout l'on ne veut pas, comme je penſe, exiger d'un Bombardier que ſes tirs ſuivent toûjours cette preciſion Mathematique qui ſe voit dans les meſures du calcul des Tables, & les faire paſſer pour deffectueux & dereglez lors qu'ils s'élognent ſeulement de quelques pieds, ou même d'une toiſe ou de deux, du lieu où l'on lui auroit ordonné de faire porter ſa Bombe : & cela eſt neanmoins le plus grand detraquement que les difficultés qui naiſſent de la reſiſtance de la matiere, peuvent produire ſur l'étenduë des tirs d'un mortier, lors que l'on y a apporté toutes les precautions neceſſaires.

2009 Ministerio de Cultura

Je diray à ce propos que Moretti Ingenieur de la Republique de Veniſe dit dans ſon livre de l'Artillerie, que dans deux épreuves qu'il a faites avec beaucoup de ſoin du jet d'une Bombe de 100 ℔ peſant en raze campagne à l'élevation de 45 degrez ; Il a remarqué qu'à la premiere avec la charge de 5 ½ livres de poudre, & la chambre du mortier fermée d'un tampon de bois pouſſé à force, la Bombe a porté à la longueur de 600 pas Geometriques ; Mais qu'à la ſeconde avec la même charge, la chambre étant fermée ſeulement d'un étoupillon de filaſſe, elle n'a porté qu'à la longueur de 480 pas, c'eſt à dire ⅕ moins que la portée de la premiere.

LIV. IV. CHAP. V. Avantages à eſperer de l'inſtitution de la Compagnie des Bombardiers.

L'on pourroit tirer quelques conjectures avantageuſes des tables faites ſur les obſervations des Bombardiers du Roy dont nous avons parlé dans la premiere partie : leſquelles marquent qu'un mortier de douze pouces de diametre chargé de 2 ℔ de poudre chaſſe à toute volée, c'eſt à dire à l'êlevation de 45 degrez, à la longueur de 2160 pieds ; à la même longueur chargée de 2 ½ ℔ ſous l'angle de 36 deg., & à celle de 2700 pieds ſous l'angle de 45 degrez avec la même charge ; à celle de 2664 pieds chargé de 3 ℔ ſous l'angle de 37 degrez, & à celle de 3240 ſous l'angle de 45 degrez avec la même charge.

Ainſi un mortier de 8 pouces de diametre

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. CHAP. V. Avantages à esperer de l'institution de la Compagnie des Bombardiers.

chargé de $\frac{1}{2}$ livre de poudre chasse à la longueur de 1870 pieds sous l'angle de 45 degrez; à celle de 1922 chargé de $\frac{3}{4}$ ℔ sous l'angle de 31 degrez, & à celle de 2790 sous celui de 45 degrez avec la même charge; à celle de 2870 chargé de 1 ℔ de poudre sous l'angle de 35 degrez, & enfin à celle de 3690 pieds à toute volée avec la même charge.

Mais ces proportions sont suspectes, à cause de la fausse estime qu'ils ont faite par prevention, comme j'ay dit, de bien-seance pour les augmentations de leurs tirs à chaque degré.

CHAPITRE VI.

Usage des mortiers & de quelques autres machines pour le jet des Bombes.

CHAP. VI. Usage des mortiers & de quelques autres machines pour le jet des Bombes.

AU reste les mortiers ne servent pas seulement à jetter des Bombes de toutes sortes de grosseurs, ils font aussi des grands effets avec les pierres, dont on a veu beaucoup d'exemples au siege de Candie; les Italiens les appellent *Batterie de j Sassi*. L'on jette avec les mortiers des boulets rouges, des pots à feu, des barils ardans, des carcasses qui sont des boites, faites de bandes de fer, de la grosseur des Bombes, couvertes de grosse toille goderonnée, & remplies de grenades & de composition à mettre

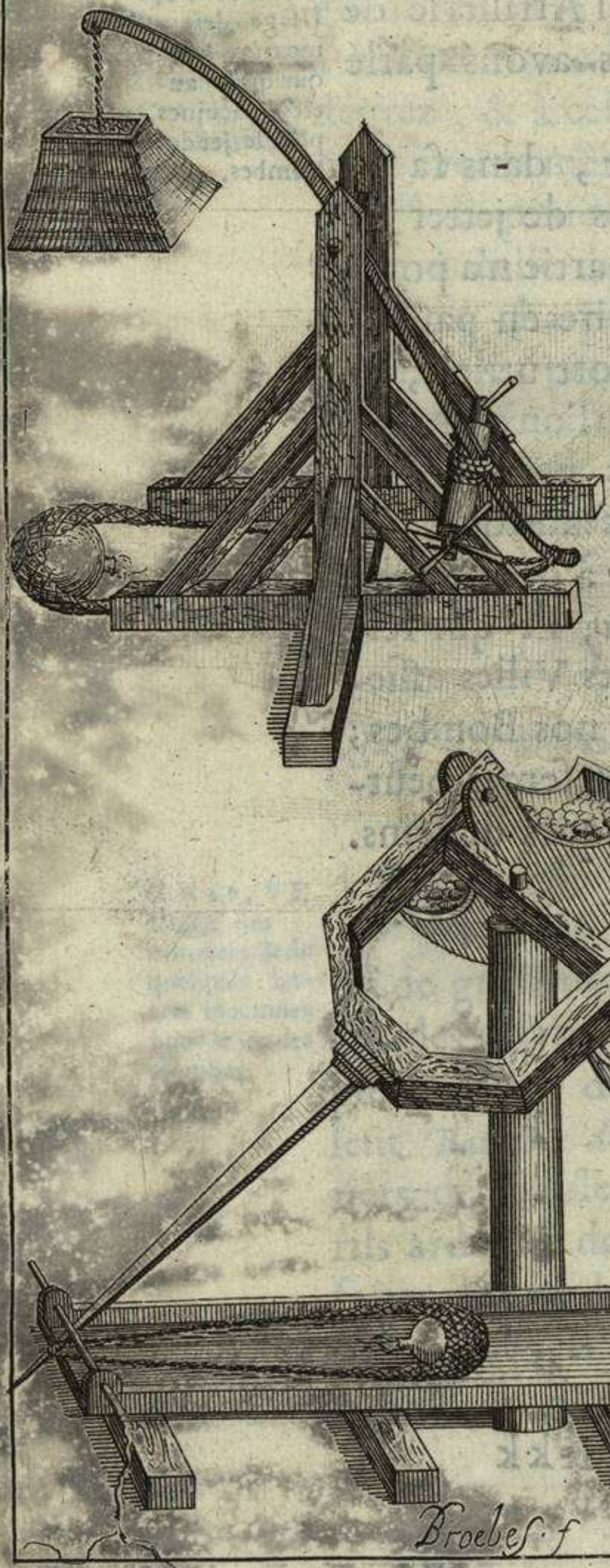
2009 Ministerio de Cultura

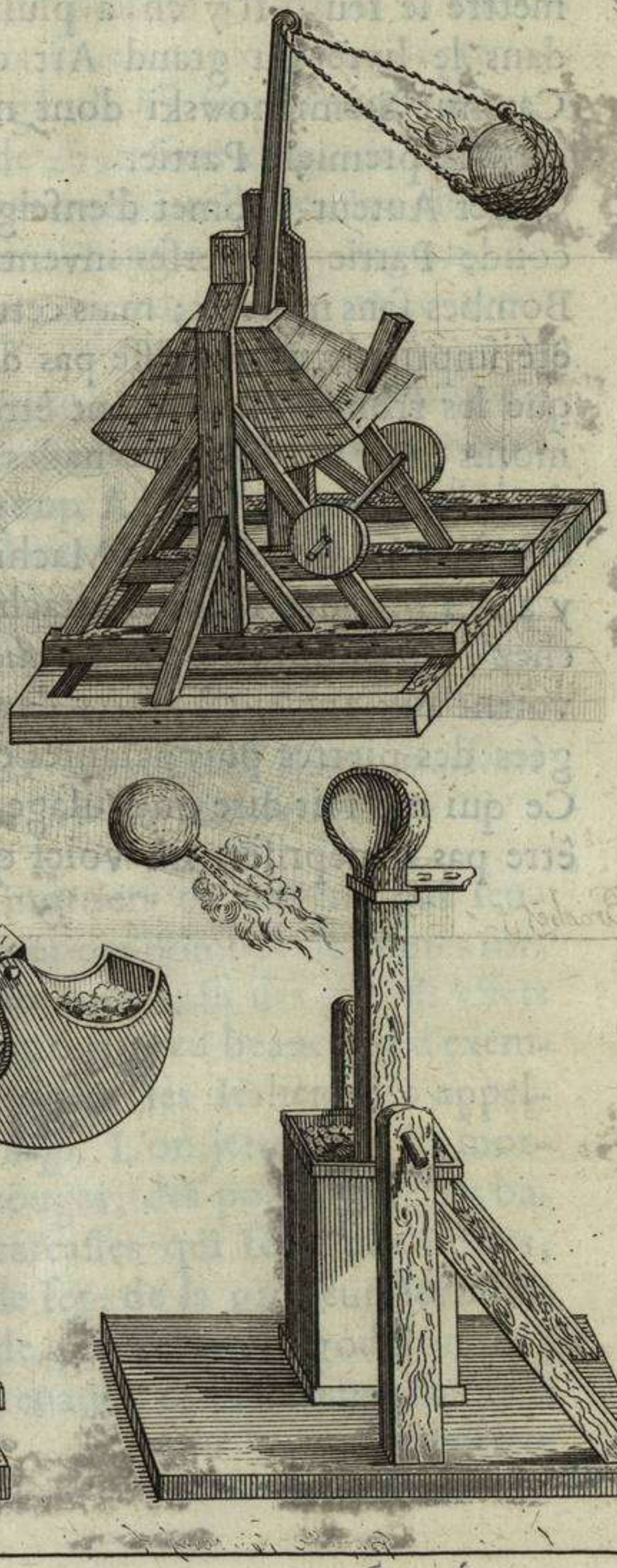
mettre le feu ; Il y en a plusieurs descriptions dans le livre du grand Art de l'Artillerie de Cazimir Siemienowski dont nous avons parlé dans la premiere Partie.

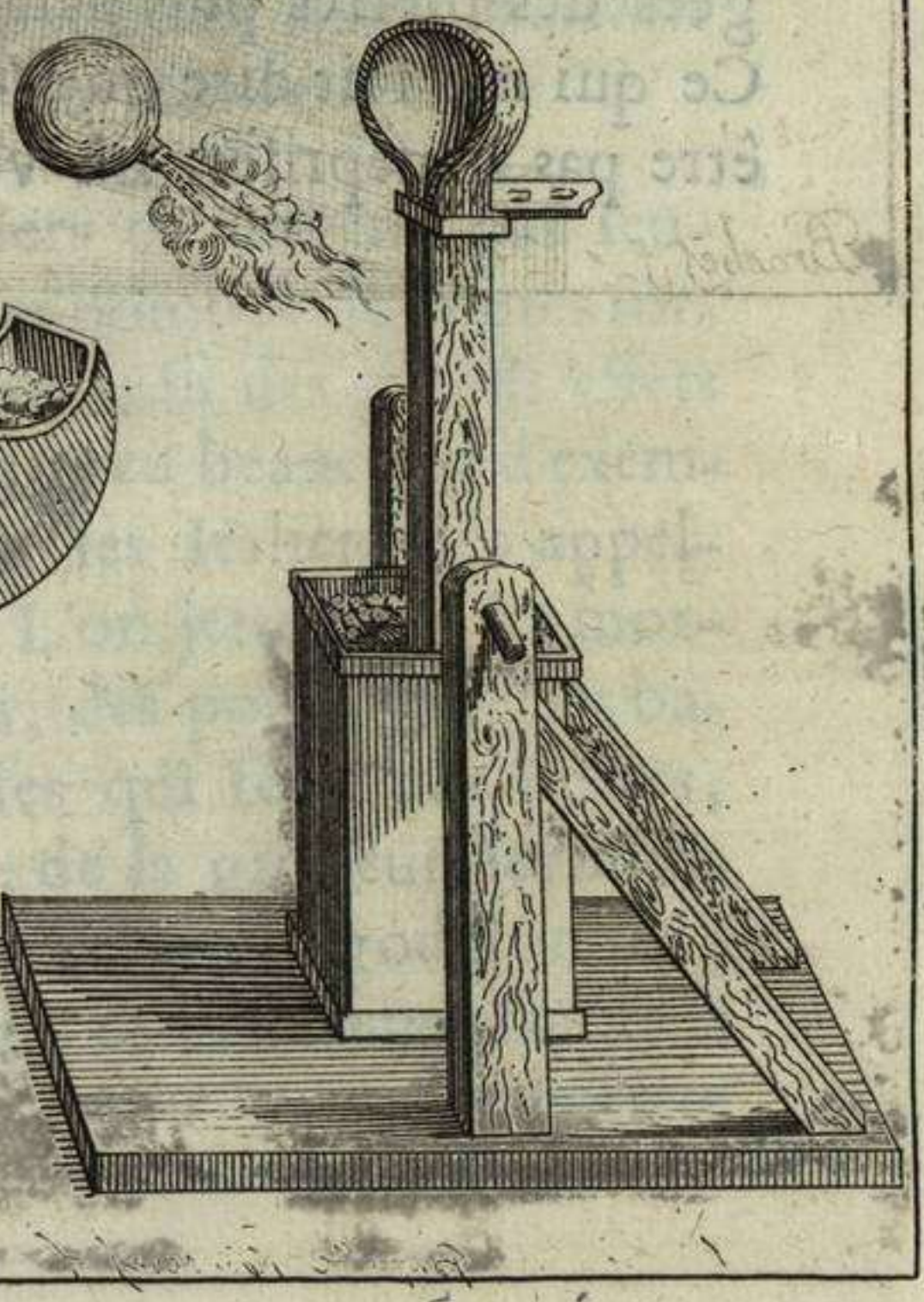
LIV. IV. CHAP. VI. Usage des mortiers & de quelques autres machines pour le jet des Bombes.

Cet Auteur promet d'enseigner, dans sa seconde Partie, diverses inventions de jetter les Bombes sans mortier ; mais cette partie n'a point été imprimée. Il ne laisse pas de dire en passant que les frondes pourroient être fort utiles, au moins pour jetter les Grenades, si l'on s'en rendoit l'usage familier. A quoy je puis ajouter que dans les desseins des Machines antiques, il y a des grandes frondes attachées à des Trebuchez, qu'ils appelloient *Fundibala* ; Et qui servoient aux anciens à jetter dans les Villes assiegées des pierres plus pesantes que nos Bombes ; Ce qui me fait dire que l'usage n'en seroit peut-être pas à mepriser. En voici quelques desseins.

2009 Ministerio de Cultura



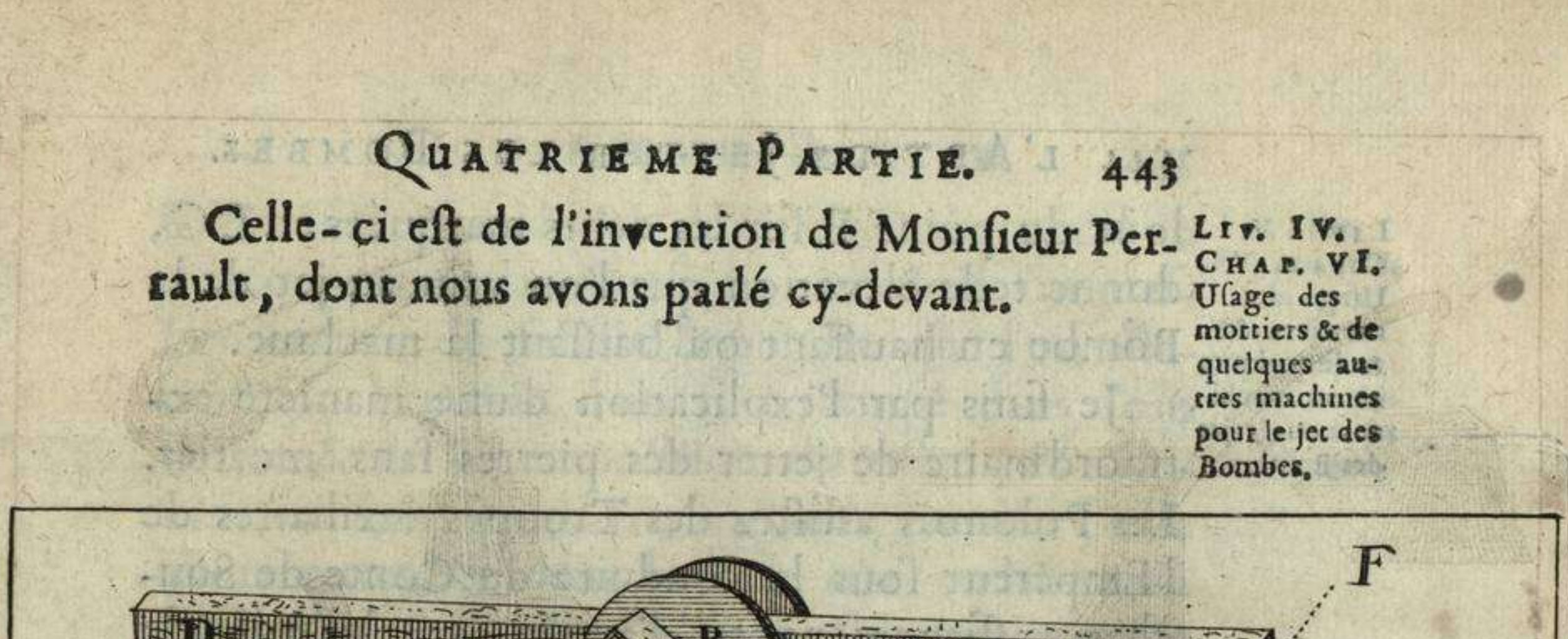




Broebes. f

2009 Ministerio de Cultura

Celle-ci eſt de l'invention de Monſieur Perrault, dont nous avons parlé cy-devant.



Les deux poids A A font tourner les rouës B & la barre C D quand on laſche la corde qui la retient en C. Cette barre, aprés avoir fait le demi-tour D E, frappe contre la traverſe poſée en E, & donnant l'impreſſion à la Bombe D, elle la fait partir avec violence ſuivant la direction de la droite E F qui touche le demi-cercle D E en E. La branche mobile G arrêtée prés ou

2009 Ministerio de Cultura

LIV. IV. CHAP. VI. Usage des mortiers & & de quelques autres machines pour le jet des Bombes.

loin du point E sur les dents marquées en EG, donne telle êlevation que l'on veut au jet de la Bombe en haussant ou baissant la machine.

Je finis par l'explication d'une maniere extraordinaire de jetter des pierres sans mortier. Les Polonois assistez des Troupes auxiliaires de l'Empereur sous la conduite du Conte de Souches, assiegeoient en l'année 1659 la Ville de Torn en Prusse tenuë par les Suedois; dans laquelle ils jettoient tres-souvent des pierres d'une grosseur monstrueuse, des gros Quartiers de meules de moulin & des Carreaux de plus de 800 pesant sans se servir de mortiers, en cette maniere. Dans le terrain rassis prés de la contr'escarpe ils creusoient des trous justement de la grandeur & de la figure de la pierre qu'ils vouloient jetter, dont le fond plat & uni étoit tourné vers la Ville avec tel angle d'inclination qu'ils jugeoient par l'estime qu'il falloit donner pour la direction de leur jet; & dans le milieu du même fond, ils creusoient un autre trou plus profond en forme de chambre, & de telle sorte que l'axe de ce dernier trou passant par le centre de gravité de la pierre se trouvât perpendiculaire à son lit & fut le même que la ligne de sa direction. Ils empliſſoient le trou avec de la poudre si la terre êtoit assez ferme, ou bien il y faisoient entrer un petard d'une grandeur proportionée au poids de la pierre,

2009 Ministerio de Cultura

Qui posant sur le plan du madrier du petard ou du tampon de la chambre, recevoit l'impression entiere du feu de la poudre que l'on allumoit par le moïen d'un filet trempé dans l'eau de vie & de la composition d'artifice, & s'élevant en l'air à une tres-grande hauteur, elle alloit retomber dans la Ville aux endroits où elle êtoit destinée & où elle écrasoit tout ce qui se rencontroit à sa chûte.

LIV. IV. CHAP. VI. Usage des Mortiers & de quelques autres machines pour le jet des Bombes.

FIN.

2009 Ministerio de Cultura

TABLE

DES LIVRES ET DES CHAPITRES

Contenus dans les quatre Parties de ce Traité de l'Art de jetter les Bombes, & de connoître l'êtenduë des coups de volée d'un Canon en toutes sortes d'Elevations.

PREMIERE PARTIE.

Opinions fausses du jet des Bombes avant Galilée.

LIVRE PREMIER.

De l'Origine & de l'usage des Bombes.

CHAPITRE I. *ORIGINE des Bombes.* page 1

CHAP. II. *Premier usage des Bombes en France par Maltus.* pag. 3

CHAP. III. *Il y a des regles certaines pour le jet des Bombes inconuës aux Bombardiers.* p. 6

CHAP. IV. *Sentiment de Tartaglia sur le jet des Bombes.* page 8

2009 Ministerio de Cultura

TABLE

CHAP. V. *Equerre des Canoniers inventée par Tartaglia.* page 11
CHAP. VI. *Autres decouvertes par Tartaglia.* p. 13

LIVRE SECOND.

Sentimens des Autheurs Modernes sur la nature du jet des Bombes.

CHAPITRE I. *SENTIMENT de Diego Ufano sur les coups de volée.* page 18
CHAP. II. *Decouvertes du même Ufano.* p. 21
CHAP. III. *Pratique d'Ufano examinée.* p. 25
CHAP. IV. *Pratique de Louïs Collado examinée.* p. 31
CHAP. V. *Sentiment de Rivaut de Flurance.* p. 33
CHAP. VI. *Origine des Arquebuses à vent.* p. 35
CHAP. VII. *Pratique de Rivaut examinée.* p. 35
CHAP. VIII. *Le grand Art de l'Artillerie de Siemienowski.* pag. 38
CHAP. IX. *Pratique de Daniel Elrich examinée.* p. 39
CHAP. X. *Sentiment de Galée.* p. 45
CHAP. XI. *Pratique de Galée examinée.* p. 47
CHAP. XII. *Pratique des Bombardiers du Roy examinée.* pag. 52

2009 Ministerio de Cultura

TABLE.

SECONDE PARTIE.

Pratiques de l'Art de jetter les Bombes.

LIVRE PREMIER.

Pour les jets dont l'êtenduë eſt au niveau des batteries par le moyen des Sinus.

CHAPITRE I. *POUR trouver l'étenduë d'un coup ſur une élevation donnée.* p. 61

CHAP. II. *Trouver l'angle de l'Elevation pour une étenduë donnée.* p. 62

CHAP. III. *Table des Sinus ſervant au jet des Bombes.* page 64

CHAP. IV. *Uſage de la Table pour trouver l'étenduë ſur une élevation donnée.* p. 65

CHAP. V. *Pour trouver l'élevation ſur une étenduë donnée.* pag. 66

CHAP. VI. *Table des hauteurs des jets d'une même force.* page 68

CHAP. VII. *Table des hauteur & ſublimités des jets de même étenduë.* p. 70

CHAP. VIII. *Table de la force des jets de même étenduë.* pag. 73

2009 Ministerio de Cultura

TABLE.

LIVRE SECOND.

Pratiques des jets dont l'êtenduë eſt au niveau des batteries, par moyen des Inſtrumens.

CHAPITRE I. PAR *l'Equerre des Canoniers rectifiée.* p. 76
CHAP. II. *Par le demi-cercle de Torricelli.* p. 81
CHAP. III. *Par un autre Inſtrument ſans le beſoin des Sinus.* p. 86

LIVRE TROISIE'ME.

Pratiques des jets dont l'êtenduë n'eſt pas au niveau des Batteries.

CHAPITRE I. PORTE'E *de but en blanc d'une piece élevée au deſſus du plan horizontal.* p. 91
CHAP. II. *Portée ſur un plan incliné d'une piece pointée ſous un angle donné.* p. 93
CHAP. III. *Trouver l'angle de l'Elevation de la piece.* p. 97
CHAP. IV. *Premiere pratique par les Sinus.* p. 98
CHAP. V. *Seconde pratique par les Sinus.* p. 100
CHAP. VI. *Troiſiéme pratique par les Sinus.* p. 102
CHAP. VII. *Quatriéme pratique par les Sinus.* p. 103
CHAP. VIII. *Cinquiéme pratique par le demi-cercle de Torricelli rectifiée.* p. 106

2009 Ministerio de Cultura

TABLE.

LIVRE QUATRIEME.

Pratique Universelle.

CHAPITRE I. *CONSTRUCTION d'un Instrument pour toutes sortes de jets.* page 111

CHAP. II. *Son usage pour les portées qui sont au niveau des batteries.* p. 113

CHAP. III. *Pour les portées qui ne sont pas au niveau des batteries.* p. 116

CHAP. IV. *Trouver l'élevation de la piece quand l'inclination est au dessus du niveau des bateries.* p. 117

CHAP. V. *Trouver l'élevation de la piece quand l'inclination est au dessous du niveau des batteries.* p. 120

CHAP. VI. *Trouver la distance horizontale, ou la longueur du plan incliné, ou la perpendiculaire.* p. 122

LIVRE CINQUIE'ME.

Application du compas de proportion aux jets des Bombes.

CHAPITRE I. *POUR les portées qui sont au niveau des batteries.* pag. 126

CHAP. II. *Usage du Compas de proportion pour les portées qui ne sont pas au niveau des batteries.* p. 129

2009 Ministerio de Cultura

TABLE.

CHAP. III. *Trouver l'élevation de la piece quand le plan eſt incliné ſur le niveau des batteries.* p. 130

CHAP. IV. *Trouver l'élevation de la piece quand le plan eſt incliné ſous le niveau des batteries.* p. 132

CHAP. V. *Trouver la diſtance horizontale, ou la longueur du plan incliné, ou la perpendiculaire.* p. 134

LIVRE SIXIE'ME.

Autre Inſtrument Univerſel pour le jet des Bombes.

CHAP. I. *CONSTRUCTION d'un Inſtrument Univerſel pour le jet des Bombes.* p. 137

CHAP. II. *Uſage d'un Inſtrument Univerſel pour le jet des Bombes.* p. 138

CHAP. III. *Autre uſage de cet Inſtrument Univerſel.* pag. 141

TROISIE'ME PARTIE.

De la Theorie du jet des Bombes.

LIVRE PREMIER.

Doctrine de Galilée ſur le mouvement.

CHAPITRE I. *DIALOGUES Mecaniques de Galilée du mouvement & de la reſiſtance des ſolides.* page 147

CHAP. II. *Deux eſpeces de mouvement.* p. 149

2009 Ministerio de Cultura

CHAP. III. *Premiere penſée de Galilée pour expliquer l'augmentation de viteſſe du mouvement acceleré.* p. 150

CHAP. IV. *Suites admirallles de la premiere penſée de de Galilée.* p. 152

CHAP. V. *Seconde penſée de Galilée pour expliquer l'augmentation de viteſſe au mouvement acceleré.* p. 158

CHAP. VI. *Explication de la même penſée.* p. 159

CHAP. VII. *Proprietés du mouvement acceleré.* p. 162

CHAP. VIII. *Suites admirables des proprietés du mouvement.* p. 164

CHAP. IX. *Raiſonnement ſur les deux penſées de Galilée.* p. 167

LIVRE SECOND.

Theorie du mouvement de projection.

CHAPITRE I. *ESPECES differentes du mouvement de projection.* page 169

CHAP. II. *Mouvement perpendiculaire en haut ou en bas.* p. 170

CHAP. III. *Mouvement de projection horizontale.* p. 172

CHAP. IV. *Naiſſance & proprietés de la ligne Parabolique.* p. Idem.

CHAP. V. *La ligne de la projection horizontale eſt Parabolique.* p. 175

CHAP. VI. *Les lignes des projections obliques ſont auſſi paraboliques.* p. 179

2009 Ministerio de Cultura

TABLE.

CHAP. VII. *Maniere de mesurer les differens degrés de la force imprimée au mobile jetté.* p. 188

CHAP. VIII. *Proportion des Amplitudes des Paraboles & des sinus du double des angles de leurs touchantes.* p. 195

CHAP. IX. *Suite de cette Proportion.* p. 197

LIVRE TROISIE'ME

Demonstration des pratiques de l'Art de jetter les Bombes. Et premierement pour les jets dont l'élevation est au niveau des batteries, & par le moyen de sinus.

CHAPITRE I. *POUR trouver l'étenduë d'un coup sur une elevation donnée.* page 201

CHAP. II. *Pour trouver l'angle de l'élevation pour une étenduë donnée.* p. 204

CHAP. III. *Demonstration de la Table des sinus servans au jet des Bombes.* p. 206

CHAP. IV. *Demonstration de la Table des jets poussés d'une même force.* p. 207

CHAP. V. *Demonstration de la Table des hauteurs & sublimités des jets de même étenduë, & de celle de la force qu'il faut donner au jets de même étenduë en toutes sortes d'élevation.* page 209

2009 Ministerio de Cultura

TABLE.

LIVRE QUATRIE'ME.

Demonſtration des pratiques pour les jets dont l'étenduë eſt au niveau des batteries & par le moyen des Inſtrumens.

CHAPITRE I. *DEMONSTRATION de l'Equerre des Canoniers rectifiée.* p. 217

CHAP. II. *Demonſtration du demi-cercle de Torricelli.* p. 225

CHAP. III. *Demonſtration d'un autre Inſtrument ſans le beſoin des ſinus.* p. 226

LIVRE CINQUIE'ME.

Demonſtration des pratiques pour les jets dont l'êtenduë n'eſt pas au niveau des batteries.

CHAPITRE I. *POUR la portée ſur un plan incliné d'une piece pointée ſous un angle donné.* p. 231

CHAP. II. *Pour la portée de but en blanc d'une piece élevée au deſſus du plan horizontal.* p. 236

CHAP. III. *Sentiment du R. P. de Challes pour les portées ſur des plans inclinés.* p. 239

CHAP. IV. *Problême proposé pour les portées ſur des plans inclinés.* p. 241

CHAP. V. *Reſolution du Probleme par M. Buot.* p. 243

CHAP. VI. *Reſolution du Probleme par M. Rômer.* p. 245

CHAP. VII. *Reſolution du Probleme par M. de la Hyre.* page 248

2009 Ministerio de Cultura

TABLE.

LIVRE SIXIE'ME.

Demonſtration des Pratiques par les Sinus.

CHAPITRE I. *DEMONSTRATION de la premiere pratique par les ſinus.* page 252.

CHAP. II. *Demonſtration de la ſeconde pratique par les ſinus.* p. 255

CHAP. III. *Demonſtration de la troiſiéme pratique par les ſinus.* p. 258

CHAP. IV. *Demonſtration de la quatriéme pratique par les ſinus.* p. 261

LIVRE SEPTIEME.

Demonſtration des Pratiques par les Inſtrumens.

CHAPITRE I. *DEMONSTRATION de la premiere pratique par le demi-cercle de Torricelli rectifié.* page 268

CHAP. II. *Demonſtration des pratiques par un Inſtrument pour toutes ſortes de jets.* p. 274

CHAP. III. *Pour les jets qui ſont au niveau des batteries.* p. Idem.

CHAP. IV. *Pour les jets qui ne ſont point au niveau des batteries.* p. 279

CHAP. V. *Demonſtration des pratiques par le Compas de proportion.* p. 288

CHAP. VI. *Pour les portées qui ſont au niveau des batteries.* p. 290

2009 Ministerio de Cultura

TABLE.

CHAP. VII. *Pour les portées qui ne ſont pas au niveau des batteries.* p. 292

LIVRE HUITIE'ME.

Doctrine de M. Caſſini pour le jet des Bombes.

CHAPITRE I. *LIGNES d'égalité, d'impulſion & de chûte reſpective.* p. 297

CHAP. II. *De la ligne d'égalité.* p. 299

CHAP. III. *Lignes d'égalité, d'impulſion & de chûte reſpective ſont trois proportionelles.* p. 302

CHAP. IV. *Sur une direction & ſur une diſtance donnée; trouver la ligne d'égalité.* p. 303

CHAP. V. *La ligne d'égalité & la diſtance étant données: trouver la direction.* p. 304

CHAP. VI. *Demonſtration de la conſtruction & de l'uſage de l'Inſtrument Univerſel pour les jets des Bombes.* p. 307

CHAP. VII. *Demonſtration de ce qui s'eſt ajouté à l'Inſtrument Univerſel pour en rendre l'uſage plus facile.* p. 310

2009 Ministerio de Cultura

TABLE.

QUATRIE'ME PARTIE.

Resolution des difficultés qui se trouvent dans la doctrine du jet des Bombes.

LIVRE PREMIER.

Solution des Objections faites contre la Theorie.

CHAPITRE I. *EXPLICATION de ce qui a été supposé dans la Theorie.* page 317

CHAP. II. Premiere Objection. *La ligne horizontale n'est point droite, & les perpendiculaires ne sont point paralleles.* p 319

CHAP. III. Seconde Objection. *La force imprimée au mobile n'est point perpetuelle, égale & uniforme.* p. 321

CHAP. IV. Troisiéme Objection. *La resistence de l'air altere la proportion du mouvement causé par la pesanteur.* p. 326

CHAP. V. Quatriéme Objection. *Deux mouvemens differens n'entrent point en composition l'un avec l'autre sans alteration.* p. 331

CHAP. VI. Cinquiéme Objection. *Les espaces parcourus par le mobile tombant ne sont peutêtre pas dans la proportion des quarrés des temps de la chûte.* p. 333

2009 Ministerio de Cultura

TABLE.

CHAP. VII. Sixiéme Objection. *Cette Theorie eſt ſouvent contraire à l'experience.* P. 334

LIVRE DEUXIE'ME.

Réponſes aux Objections proposées concernant la Theorie.

CHAPITRE I. *RE'PONSE à la premiere Objection.* p. 339
CHAP. II. *Réponſe à la ſeconde Objection.* P. 341
CHAP. III. *Réponſe à la troiſiéme Objection.* P. 351
CHAP. IV. *Réponſe à la quatriéme Objection* P. 359
CHAP. V. *Reflexions ſur le ſujet de l'Artillerie.* P. 409
CHAP. VI. *Suitte de la réponſe à la quatriéme Objection.* P. 369
CHAP. VII. *Réponſe à la cinquiéme Objection.* P. 375
CHAP. VIII. *Raiſons de Galilee pour montrer que la viteſſe du corps qui tombe ne s'acroit pas à proportion des eſpaces.* P. 377
CHAP. IX. *Raiſons de Gaſſendi au même ſujet.* P. 378
CHAP. X. *Un mobile en tombant acquiert à chaque moment un nouveau degré de viteſſe.* P. 385
CHAP. XI. *Prouvé par diverſes experiences.* P. 387
CHAP. XII. *Raiſonnemens de Balian au même ſujet.* P. 398
CHAP. XIII. *Raiſonnemens de M. Hugens.* P. 403
CHAP. XIV. *Suite de la réponſe à la cinquiéme Objection.* P. 407
CHAP. XV. *Réponſe à la ſixiéme Objection.* P. 409

2009 Ministerio de Cultura

TABLE.

LIVRE TROISIE'ME.

Confirmation de la même Doctrine par les Experiences.

CHAPITRE I. *EXPLICATION d'une Experience du P. Merſene.* p. 413

CHAP. II. *Premiere Experience faite à l'Academie Royale des Sciences par M. Mariote.* p. 416

CHAP. III. *Seconde Experience faite à l'Academie Royale des Sciences, par la machine de Monſieur Perault.*

CHAP. IV. *Troiſiéme Experience faite à l'Academie Royale des Sciences par le moyen du vif-argent.* p. 420

LIVRE QUATRIE'ME.

Reſolution des difficultés de la pratique du jet des Bombes.

CHAPITRE I. PREMIERE Objection. *La Theorie n'eſt point neceſſaire pour les pratiques de la Guerre.* p. 426

CHAP. II. Seconde Objection. *Les inégalités de la matiere empêchent dans la pratique les effets des regles de la Theorie.* p. 427

CHAP. III. *Réponſe à la premiere Objection.* p. 430

2009 Ministerio de Cultura

TABLE.

CHAP. IV. *Réponſe à la ſeconde Objection.* P. 433
CHAP. V. *Avantages à eſperer de l'Inſtitution de la Compagnie des Bombardiers.* P. 437
CHAP. VI. *Uſage des Mortiers, & de quelques autres Machines pour le jet des Bombes.* P. 440

Fautes à corriger.

Page	*Ligne*		*lisez*
12	16	demonter	demontrer
13	15	l'air, fut	l'air, qui fut
21	19	portés	portées
26	25	de 51 degrez	de 5 degrez
32	19	portés	portées
37	9	lesquelles	lesquels
43	27	6. | 60	4. 6. | 60
	28	7. | 70	3. 7. | 70
	29	8. | 80	1 8. | 80
50	6	42 | 46	42 | 48
	7	41 | 48	41 | 49
57	11	|188|	|588|
65	24	rapporté	rapportez
66	1	lor	lors
71	25	12871	12861
77	4	á A, B	à A B
86	8	divers	diverses
89	8	$128\frac{1}{2}$,	$138\frac{1}{2}$
106	11	24. 53	28 53
108	8	de A M	de A en M
	10	partie	parties
120	3	au dessus	au dessous
141	20	au plus	ou plus
143	25	ou, deux	ou en deux
162	3	hypotese des	hypothese a des
163	2	*effacez*	égaux &
179	17	est à A N	*lisez* est A N
190	12	8 A a, à la	8 A, a à la
232	14	l'on propose	l'on suppose
236	4	pratique nous	pratique que nous
266		*Sur la ligne* A C *dans la Figure, il manque un* I *au point où tombe une perpendiculaire du point* H	
279	1	F 151; *lisez*	F 15;
304	14	voci	voici
310	12	qu'il a	qu'il y a
318	14	fait	fut
355	26	*effacez*	par
	27	la force *lizez*	par la force
362	5	*effacez*	dont
366	10	toute à la fois *lisez*	tout à la fois
367	1	mettoient	mettroient
389	5	trois pouces	trois pieds
400		*dans la Figure* II	H
403	6	VIII	XIII

2009 Ministerio de Cultura

2009 Ministerio de Cultura

· 2009 Ministerio de Cultura

2009 Ministerio de Cultura

2009 Ministerio de Cultura

2009 Ministério da Cultura

2009 Ministerio de Cultura

2009 Ministerio de Cultura

2009 Ministerio de

41

V
53 - 1
14

2972