Traité de la construction et des principaux usages des instrumens de mathématique. Avec les figures nécessaires pour l'intelligence de ce traité ... / Par N. Bion.

Contributors

Bion, N. 1652-1733.

Publication/Creation

La Haye : P. Husson [etc.], 1723.

Persistent URL

https://wellcomecollection.org/works/huh5pue5

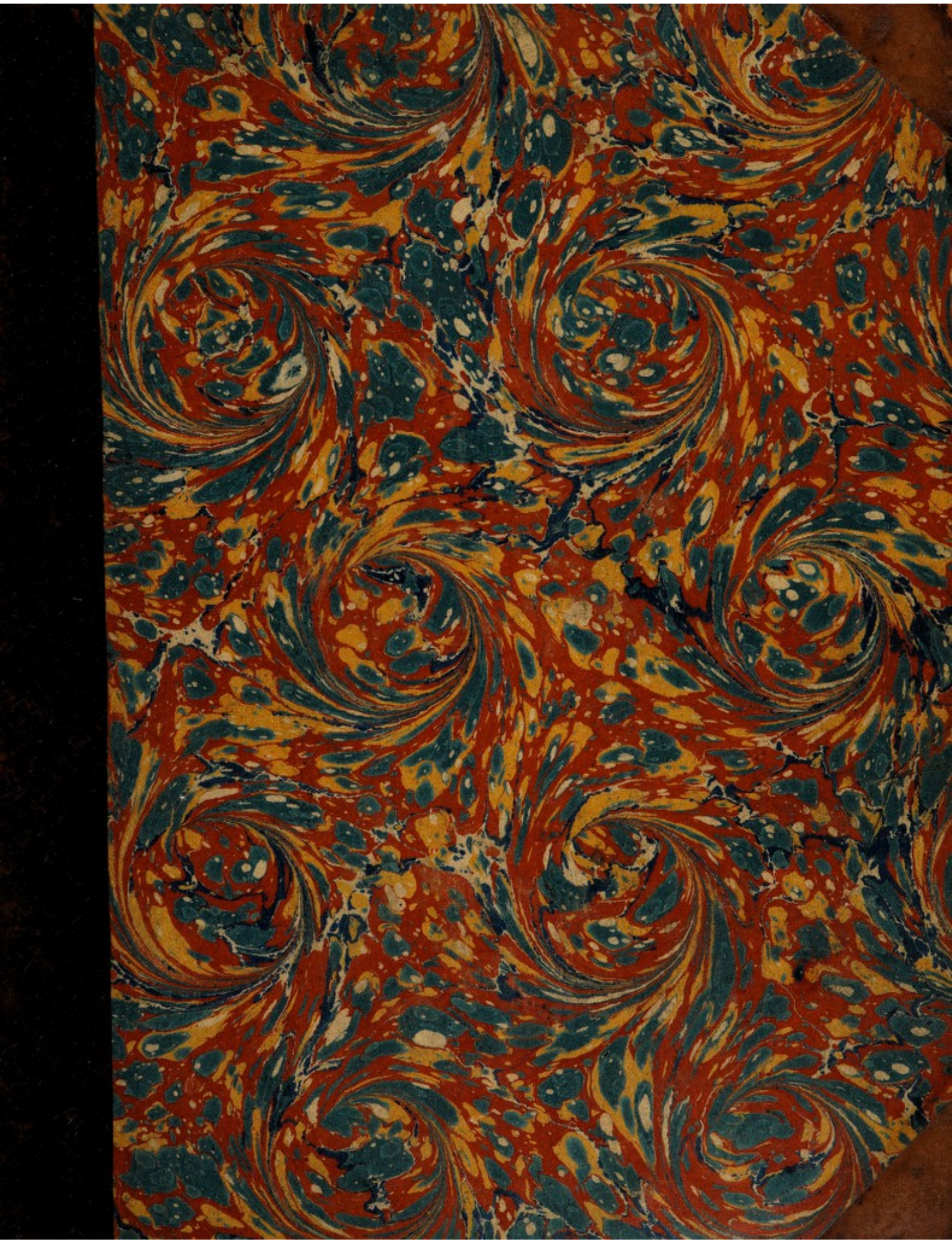
License and attribution

This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.

wellcome collection

Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
https://wellcomecollection.org



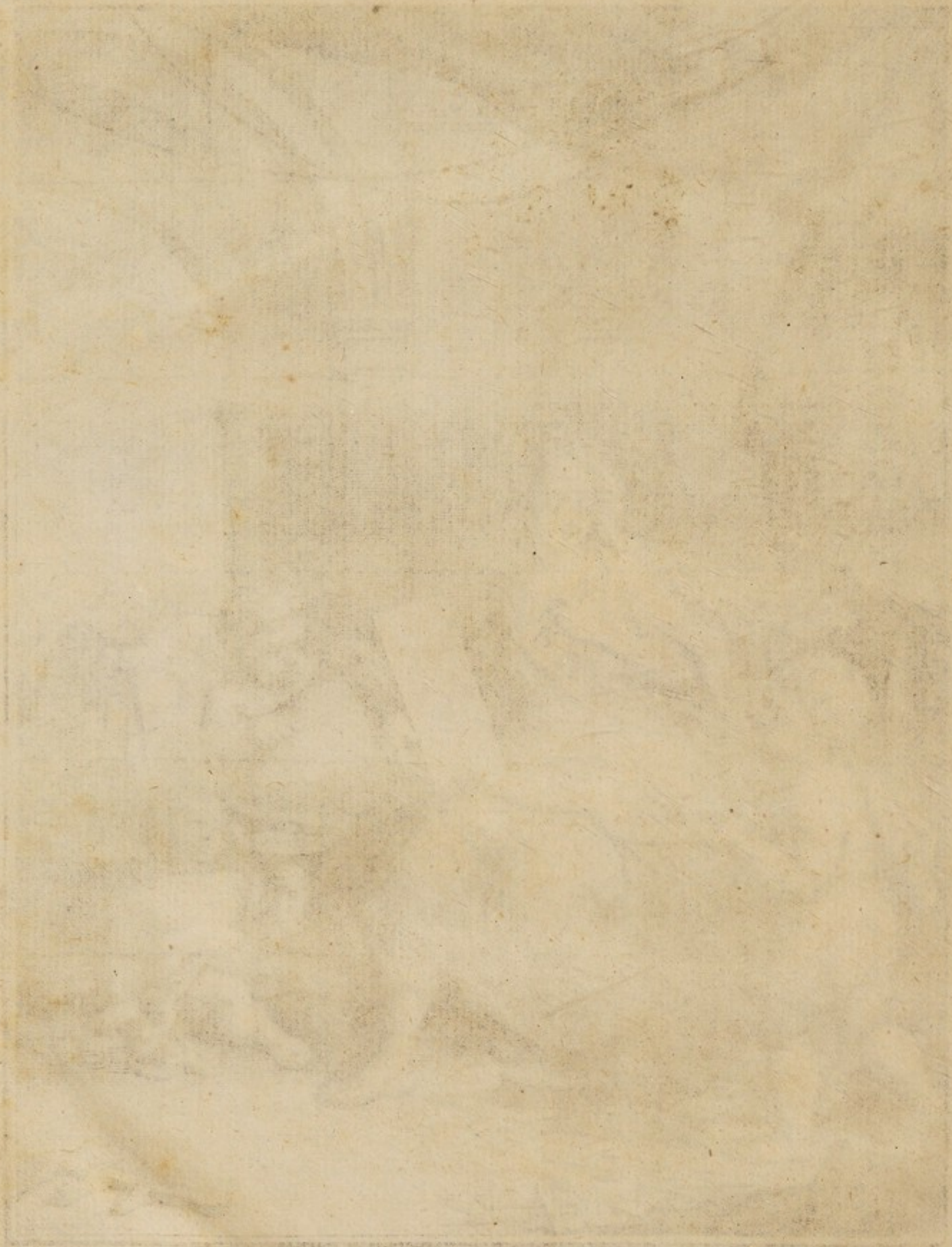
13806/B

N. III e 18

Digitized by the Internet Archive
in 2018 with funding from
Wellcome Library

https://archive.org/details/b30531755

Usages des INSTRUMENS de MATHEMATIQUE.



TRAITÉ
DE LA
CONSTRUCTION
ET DES PRINCIPAUX
USAGES
DES INSTRUMENS
DE MATHEMATIQUE.

Avec les Figures néceſſaires pour l'intelligence de ce Traité.

Par N. BION, *Ingenieur du Roi*
Pour les Inſtrumens de Mathematique.

Nouvelle Edition, revûë, corrigée & augmentée.

A LA HAYE,
Chez P. HUSSON, T. JOHNSON, P. GOSSE,
J. SWART, H. SCHEURLEER, J. VAN DUREN,
R. ALBERTS, C. LE VIER, & F. BOUCQUET.
M. DCC. XXIII.

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

A SON ALTESSE ROYALE

MONSEIGNEUR LE DUC D'ORLEANS REGENT.

MONSEIGNEUR,

Un Livre qui regarde les Mathematiques appartient naturellement à VOTRE ALTESSE ROYALE; & quand le reſpectueux attachement que j'ai pour Elle, ne m'auroit pas engagé à lui preſenter cet Ouvrage, la convenance ſeule m'en auroit fait un devoir. Perſonne n'ignore, MONSEIGNEUR, à quel point vous poſſedez les Sciences; & toute l'Europe ne parleroit encore que de vos lumieres, ſi vous n'attiriez aujourd'hui ſon admiration par un autre endroit. J'entends, MONSEIGNEUR, tous ces Actes de Sageſſe & d'Equité dont VOTRE ALTESSE ROYALE a déja ſignalé ſa Regence, mais ſur leſquels un ſilence prudent eſt tout ce qui convient à ma foibleſſe, auſſi-bien qu'au goût de VOTRE ALTESSE ROYALE. Je la remercierai ſeulement d'avoir bien voulu que je lui renouvelaſſe les ſinceres aſſurances du profond reſpect & du dévouëment entier avec lequel je ſuis,

MONSEIGNEUR,

DE VOTRE ALTESSE ROYALE,

Le très-humble & très-obéïſſant
Serviteur

BION.

AVERTISSEMENT
DES
LIBRAIRES.

CE Traité de la Conſtruction & des uſages des Inſtrumens de Mathematique eſt un des plus utiles qui ait encore paru. Les plus avancez dans cette Science y trouveront pluſieurs choſes pour leur uſage, & ceux qui n'en ont qu'une connoiſſance médiocre en tireront beaucoup de ſecours néceſſaires pour s'y avancer. Les jeunes gens mêmes, qui n'en ſont encore qu'aux Elemens, ne ſçauroient choiſir un meilleur Livre, ni qui contienne les premiers principes & les fondemens de cette ſcience, d'une maniere plus aiſée & plus agréable. Ils y apprendront en même tems la Theorie & la pratique.

Comme cet Ouvrage n'étoit gueres connu qu'en France, nous avons cru rendre ſervice aux Curieux de ces Provinces & des Pays étrangers d'en faire ici une Edition. Celle que nous donnons eſt incomparablement meilleure que la derniere de Paris. Le papier & le caractere en ſont plus beaux, & les Planches mieux gravées & plus exactes. Nous avons auſſi eu ſoin de la faire revoir par une perſonne verſée dans ces ſortes de choſes, qui a corrigé quantité de fautes qui ſe trouvent dans l'Edition de Paris.

Tous ces avantages qu'a notre Edition ſur celle de France, joint à l'utilité du Livre, qui eſt d'un uſage univerſel pour les Mathematiques, nous font eſperer que le Public la recevra favorablement. Si le débit répond à notre attente, nous pourrons donner un jour une ſuite de ce Traité, qui ne ſera ni moins curieuſe ni moins néceſſaire. Elle enſeignera les uſages de quantité d'autres Inſtrumens de Mathematique & de Phyſique dont on ne fait aucune mention ici.

PREFACE.

LE favorable accuëil qui a été fait aux deux Ouvrages que j'ai mis au jour il y a quelques années, m'a déterminé à executer le deſſein que j'avois formé depuis long-tems de donner au Public la Conſtruction & les principaux Uſages des plus curieux & plus utiles Inſtrumens de Mathematique qui ont été inventez juſqu'à preſent.

Pour garder quelque ordre dans cet Ouvrage, après avoir donné les définitions néceſſaires pour l'intelligence de ce Traité, je l'ai partagé en huit Livres, & chacun de ces Livres en pluſieurs Chapitres.

Le premier Livre contient la Conſtruction & les principaux Uſages des Inſtrumens les plus ſimples & les plus ordinaires, comme ſont le Compas, la Regle, le Tire-ligne, le Porte-craïon, l'Equerre, & le Rapporteur; on y trouvera pluſieurs beaux traits de Compas, & la maniere de tracer ſur le papier toutes ſortes de Figures tant regulieres qu'irregulieres.

Le ſecond Livre explique aſſez nettement, quoiqu'en peu de pages, la maniere de conſtruire le Compas de Proportion, & ſes principaux Uſages. J'y ai joint pluſieurs méthodes de conſtruire differentes Jauges, & les moyens de s'en ſervir pour jauger les Tonneaux. Le Compas de Proportion avec les autres Inſtrumens expliquez ci-devant, compoſe ce qu'on nomme Etuy de Mathematique.

Dans le troiſiéme Livre on trouve la Conſtruction & les Uſages de pluſieurs autres Inſtrumens curieux qui ſervent ordinairement dans le Cabinet. La matiere eſt fort diverſifiée dans ce Livre, où je donne l'explication de quantité de choſes, qui, comme je le crois, n'on point encore été vûës. On y trouve la maniere d'armer les Pierres d'Aiman, & la compoſition de differens Microſcopes, & pluſieurs autres curioſitez qui pourront faire plaiſir aux Lecteurs

Je donne dans le quatriéme Livre, la Conſtruction & les Uſa-

Uſages des principaux Inſtrumens qui ſervent en Campagne, pour arpenter les Terres, lever les Plans, meſurer les diſtances & les hauteurs, tant acceſſibles qu'inacceſſibles; comme ſont les Piquets, la Toiſe, la Chaîne, l'Equerre d'Arpenteur, les Recipiangles, les Planchetes, le Quart de Cercle, le Demi-Cercle & la Bouſſole. Comme mon deſſein n'eſt que d'inſtruire ceux qui commencent d'apprendre ces Sciences, je n'y ai mis que les operations les plus faciles & à la portée de tout le monde; y ayant aſſez d'autres Livres qui traitent ces matieres plus à fonds.

Le cinquiéme Livre contient la Conſtruction de pluſieurs differens Niveaux, comme auſſi la maniere de les rectifier & les mettre en pratique pour la conduite des Eaux. J'y ai joint l'explication d'une eſpece de Jauge pour meſurer la quantité d'eau que fournit une Source, & le moyen de partager ces mêmes Eaux. On trouvera auſſi dans ce Livre la Conſtruction des Inſtrumens d'Artillerie, & la maniere de s'en ſervir, tant pour les Canons & Boulets, que pour les Mortiers & les Bombes; ce qui eſt dit à ce ſujet eſt aſſez de pratique, quoiqu'en abregé.

Le ſixiéme Livre renferme la Conſtruction & les Uſages des plus beaux Inſtrumens qui ſervent à l'Aſtronomie; & comme il y a quantité d'Obſervations à faire, Monſieur de la Hire m'a fourni beaucoup de lumieres là-deſſus. J'ai pris dans ſes Tables Aſtronomiques la meilleure partie de ce qui eſt contenu dans ce Livre. Il y a auſſi quelque choſe de Monſieur Caſſini. L'exactitude admirable que ces grands Hommes apportent pour obſerver les Aſtres, y eſt expliquée le mieux qu'il m'a été poſſible, pour donner une idée générale de l'Aſtronomie.

On trouve dans le ſeptiéme Livre la Conſtruction & les Uſages de pluſieurs Inſtrumens propres à la Navigation. Après l'explication de la Bouſſole Marine & des Inſtrumens pour obſerver ſur Mer la hauteur des Aſtres, j'explique en peu de mots le Quartier de réduction; comme auſſi la maniere de dreſſer, & de ſe ſervir des Cartes réduites.

Le huitiéme & dernier Livre explique aſſez amplement la Conſtruction & les Uſages des Cadrans Solaires, auſſi-bien que des Cadrans à la Lune & aux Etoiles. On y trouve auſſi la Conſtruction d'un Horloge Elementaire ou Pendule à l'eau, & d'un Cadran qui marque le nom des Vents qui ſoufflent. Enfin tout l'Ouvrage eſt terminé par la Deſcription des principaux Outils dont

dont on ſe ſert pour conſtruire les Inſtrumens de Mathematique.

J'ai enrichi ce Traité de pluſieurs Planches; & quoique, pour n'en pas trop multiplier le nombre, je les aye un peu remplies de Figures, elles ne laiſſeront pas de donner une idée aſſez nette des choſes qu'elles repreſentent.

Les Planches ſont placées dans le corps du Livre, à la fin des matieres dont elles traitent, afin qu'en tournant les feüillets, on puiſſe les avoir facilement devant les yeux.

J'ai retouché dans cette Edition pluſieurs endroits qui ne me ſembloient pas aſſez bien expliquez. J'ai de plus ajoûté pluſieurs choſes conſiderables, qui manquoient à la precedente; par exemple, dans le quatriéme Livre on trouvera un Chapitre nouveau, où je donne les Uſages des Inſtrumens appliquez à la Fortification des Places; ce Chapitre avec la Planche qui lui eſt jointe, ſuffit pour mettre en état les moins verſez dans cette Science, de tracer toutes ſortes d'Ouvrages, tant ſur le terrain que ſur le papier, & d'en faire le toiſé.

On trouvera encore le ſixiéme Livre augmenté d'un Chapitre entier ſur la Conſtruction & les Uſages de l'Horloge à Pendule pour les Obſervations Aſtronomiques; ce que je dis à ce ſujet eſt tiré en partie d'un Livre intitulé, *De Horologio Oſcillatorio*, de Monſieur Huygens, & eſt auſſi accompagné d'une Planche où les differentes pieces qui compoſent cet Horloge, ſont repreſentées aſſez ſenſiblement. A l'égard des autres additions répanduës dans tout l'Ouvrage, je n'en parle point; ce détail nous meneroit trop loin.

APPROBATION.

J'Ai examiné ~~par~~ ordre de Monſeigneur le Chancelier, un Traité *de la Conſtruction & des principaux Uſages des differens Inſtrumens de Mathematique*, lequel a été compoſé par M NICOLAS BION, Ingenieur pour les Inſtrumens de Mathematique: Je crois qu'il ſera très-agréable & très-utile au Public, & particulierement aux Ouvriers, qui y trouveront de quoi s'inſtruire à fond pour la fabrique de tous les Inſtrumens dont on ſe ſert dans la pratique des differentes parties de Mathematique. A Paris à l'Obſervatoire Roïal, le dixiéme Août, Mil ſept cens huit.

DE LA HIRE, *Profeſſeur Roïal de Mathematique, & de l'Académie des Sciences.*

Fautes à corriger.

Pag. 4. *ligne* 10. *&* 11. *liſez*, degré *p.* 7. *l.* 21. la proportion *p.* 29. *à la marge*, *VI. p.* 79. *l.* 20. *du Compas à reſſort. & en marge* Fig. C. *p.* 96. *l.* 4. manier *& en marge* Fig. S. *p.* 163. *l.* 31. le Sinus de 99. d. *p.* 164. *l.* 16. de 20. deg. *& l.* 18. de 22. d. *p.* 180. *l.* 3. on donne. *p.* 181. *l.* 11. flancs 11. *p.* 183. *l.* 29. environ 600. *p.* 184. *l.* 28 6. pouces, *p.* 194. *l.* 1. Table qui *p.* 197. *l. dern.* de 500. toiſes, *p.* 205. *l.* 8. 90. lig. *l.* 10. ſecond 90. *l.* 14. à 90. lignes. *p.* 208. *l.* 25. du 45. deg. *p.* 209. *l.* 25. de 45. deg. *p.* 215. *l.* 26. à 35; donc *p.* 218. *l.* 17. de 90. deg. *p.* 231. *l.* 4. eſpece de minutes & ſecondes. *p.* 258. *l.* 14. les 12. mois *p.* 262. *l.* 14. dans le *p.* 265. *l.* 1. cercle Z. *p.* 278. *l* 36. de 5 pieds *& l.* 38. de 25. pieds *p.* 348. *l.* 7. le 90. deg. *Avec d'autres pareilles fautes qui peuvent avoir échapé à la diligence du Correcteur ou aux mains des Ouvriers.*

Avis au Relieur.

Les planches doivent être pliées de maniere à pouvoir deborder hors du livre; ſoit qu'on les place auprès des pages comme elles ſont marquées, ſoit qu'on les mette toutes enſemble à la fin du livre.

DEFINITIONS.

DEFINITIONS NECESSAIRES POUR L'INTELLIGENCE DE CE TRAITÉ.

Premiere Planche.

LE Point eſt ce qui n'a aucunes parties, & qui par conſequent eſt indiviſible. Figure 1.

La Ligne eſt une longueur ſans largeur, & c'eſt l'écoulement du Point. Fig. 2.

Il y a de trois ſortes de Lignes, la droite, la courbe & la mixte.

La Ligne Droite eſt la plus courte de toutes celles qu'on peut tirer d'un point à l'autre. Fig. 2.

La Ligne Courbe eſt celle qui ne va pas directement d'une de ſes extremitez à l'autre, mais qui s'en écarte par un détour. Fig. 3.

La Ligne Mixte eſt celle dont une partie eſt droite, & l'autre courbe. Fig. 4.

Les extremitez des Lignes ſont des Points.

Les Lignes comparées les unes aux autres ſuivant leurs poſitions ou ſituations, ſont ou paralleles, ou perpendiculaires, ou obliques.

On appelle Lignes Paralleles celles qui conſervent toûjours entre elles une même diſtance, & qui étant prolongées de part & d'autre, ne ſe rencontrent jamais, ſoit que les Lignes ſoient toutes deux droites, ou toutes deux courbes. Fig. 5.

Fig. 6. Les Lignes Perpendiculaires ſont celles qui en ſe rencontrant ne s'inclinent pas plus d'un côté que d'autre; c'eſt pourquoi elles font deux angles égaux, & par conſequent tous deux droits.

Fig. 7. Les Lignes Obliques ſont celles qui en ſe rencontrant, forment des angles obliques & inégaux entr'eux, c'eſt-à-dire, aigus & obtus.

Ces Lignes prennent encore d'autres dénominations, comme ſont celles qui ſuivent.

Fig. 8. La Ligne à plomb ou Verticale eſt celle qui paſſeroit par le centre de la Terre ſi elle étoit continuée, comme ſeroit un fil auquel on auroit attaché un plomb, ou quelque autre choſe de peſant.

Fig. 9. La Ligne horizontale, ou de niveau apparent, eſt une Ligne droite qui toucheroit la ſurface de la Terre en un point, ou qui ſeroit parellele à cette Tangente.

La Ligne du vrai niveau eſt celle qui a tous ſes points également éloignez du centre de la Terre, comme ſeroit la circonference de la Terre.

La Ligne finie eſt celle dont la longueur eſt déterminée.

La Ligne indéfinie eſt celle dont la longueur eſt indéterminée.

Il y a encore des Lignes occultes ou blanches, qui ſe font avec la pointe du Compas, ou plus proprement avec le Craïon, parce qu'on le peut facilement effacer. Ces Lignes ne doivent pas paroître, l'ouvrage étant achevé. Quand on les veut laiſſer pour faire voir de quelle maniere s'eſt faite l'operation, on les marque de

Fig. 10. points, & pour lors on les appelle Lignes ponctuées, qu'on trace avec la Roulete.

Les Lignes qui doivent reſter, qu'on nomme Lignes apparentes, ſe tracent à l'encre avec le Tire-ligne, ſi groſſes & ſi fines qu'on veut, par le moyen de la vis ou de la couliſſe qui eſt au Tire-ligne.

Fig. 9. La Ligne Tangente ou touchante eſt une Ligne qui touche une figure ſans la couper, comme la Ligne A B.

Fig. 9. La Ligne ſous-tendante ou Corde, eſt celle qui joint les extremitez d'un arc, comme eſt la Ligne C D.

Fig. 11. Arc eſt une partie de circonference, comme D F E.

Le nombre des differentes eſpeces de Lignes courbes eſt infini; mais la plus ſimple, la plus reguliere & la plus aiſée à tracer, eſt la circulaire.

Fig. 11. La Ligne circulaire, ou la Circonference du Cercle, eſt une Ligne courbe dont toutes les parties ſont également éloignées d'un même point qui eſt au milieu, & qui eſt appellé Centre du Cercle.

Les

Les Lignes droites, menées du centre à la circonference, s'appellent Raïons, ou demi-Diametres, comme N O. Fig. 11.

Les Cordes qui paſſent par le centre du Cercle, s'appellent Diametres, comme M P.

Toute circonference de Cercle ſe conçoit diviſée en 360 parties égales, qui ſe nomment Degrez.

Ce nombre de 360 a été choiſi par les Géometres pour la diviſion du Cercle, parce qu'il ſe ſubdiviſe plus exactement qu'aucun autre en pluſieurs parties égales ſans reſte : car, par exemple, la moitié de 360 eſt 180, le tiers eſt 120, le quart eſt 90, la cinquiéme partie eſt 72, la ſixiéme eſt 60, & ainſi de pluſieurs autres parties aliquotes.

Chaque Degré ſe diviſe en 60 parties égales, que l'on appelle Minutes, chaque Minute en 60 Secondes, & chaque Seconde en 60 Tierces, &c. & ſe marquent ainſi, 40 d. 35′. 49″. 57‴. ce qui ſignifie quarante degrez, trente-cinq minutes, quarante-neuf ſecondes, cinquante-ſept tierces. Cette diviſion ſert à meſurer la grandeur des Angles ; mais la ſubdiviſion en ſecondes & tierces n'eſt en uſage que dans les grandes circonferences.

L'ouverture des deux lignes differentes qui ſe coupent ou ſe rencontrent en un point, ſe nomme Angle.

Lorſque deux lignes ſe coupent ou ſe rencontrent ſur un plan, l'angle qu'elles font s'appelle Plan.

Quand les lignes qui font l'angle plan, ſont droites, l'angle eſt appellé Rectiligne. Fig. 12.

Si les deux lignes ſont courbes, l'angle eſt nommé Curviligne. Fig. 13.

Si l'une de ces lignes eſt courbe & l'autre droite, l'angle eſt nommé Mixte ou Mixtiligne, ſoit que la courbure ſoit en dedans ou en dehors. Fig. 14.

Les deux lignes qui forment cet angle ſont appellées les côtez de l'angle. Le point où les deux lignes ſe coupent ou ſe rencontrent, en eſt le ſommet.

Lorſqu'on marque un angle avec trois lettres, celle du milieu marque le ſommet, & les deux autres les deux côtez.

Qu'on prolonge les côtez d'un angle, ou qu'on en retranche, cela ne le fait ni plus grand ni plus petit. Ainſi la grandeur d'un angle ne ſe meſure pas par la grandeur de ſes côtez.

La meſure d'un angle Rectiligne eſt la portion d'un cercle compriſe entre les côtez égaux de cet angle, dont le ſommet fait le centre du cercle. Il n'importe de quel intervalle, puiſque les arcs des Fig. 15.

cercles, petits ou grands, compris entre les côtez A B, A C, ſont d'un nombre égal de degrez.

Si, par exemple, l'arc du petit cercle eſt de 60 degrez, qui fait la ſixiéme partie de toute la circonference, l'arc du grand cercle ſera pareillement de 60 degrez, ou la ſixiéme partie de la circonference du grand cercle, & l'angle B A C ſera de 60 degrez.

Ces arcs ſont égaux en grandeur relative, par rapport aux cercles dont ils ſont parties aliquotes égales; mais leur grandeur abſoluë eſt differente; car ſi, par exemple, la circonference d'un cercle contient 360 pieds, chaque degrez ſera d'un pied; ſi la circonference d'un autre cercle contient 360 toiſes, chaque degrez de ce cercle ſera d'une toiſe.

Tout angle eſt droit, aigu ou obtus.

Fig. 16. L'angle Droit a pour ſa meſure un arc de 90 degrez, qui eſt le quart de la circonference du cercle.

Fig. 17. L'angle Aigu a moins de 90 degrez.

Fig. 18. L'angle Obtus a plus de 90 degrez.

Aucun angle ne peut avoir pour ſa meſure 180 degrez, qui font la demie circonference du cercle: car deux lignes ainſi écartées l'une de l'autre ne pourroient pas ſe couper, mais ſe rencontreroient directement, & ne feroient qu'une même ligne, qui ſeroit le diametre du cercle.

Le Sinus d'un angle ou d'un arc eſt la moitié de la corde du même arc double; ainſi, par exemple, pour avoir le ſinus de l'angle Fig. 15. D A E, ou de l'arc D E, qui en eſt la meſure, ayant doublé l'arc E D, on aura l'arc E D F, dont la corde eſt E F, & ſa moitié E H, eſt le Sinus droit de l'angle D A E; la ligne D G eſt la Tangente du même angle, & la ligne A G en eſt la Secante.

Deux arcs qui font un cercle entier, n'ont qu'une même Corde, car il eſt aiſé de voir que la ligne E F eſt auſſi-bien la corde du grand arc E B C F, que du petit arc E D F.

Par même raiſon, deux arcs qui font enſemble un demi-cercle, n'ont qu'un même ſinus droit; ainſi la ligne E H eſt auſſi-bien le ſinus de l'angle obtus E A I, ou de l'arc E B I, qui en eſt la meſure, que de l'angle aigu E A D, ou de l'arc E D.

Il en eſt de même des tangentes & ſecantes.

Le ſinus de 90 degrez, qui eſt le raïon ou demi-diametre du cercle, comme D A, eſt appellé Sinus total.

La Surface ou Superficie eſt ce qui a longueur & largeur ſeulement.

Elle

Elle eſt de deux ſortes, ſçavoir plane & courbe.

La ſurface plane ou droite eſt celle à laquelle une ligne droite ſe peut appliquer de tout ſens, comme eſt, par exemple, le deſſus d'une table bien unie. Fig. 19.

La ſurface courbe eſt celle à laquelle une ligne droite ne peut s'appliquer en tous ſens. Il y en a de concaves & de convexes. Le dedans d'une calote eſt une ſurface concave, & le deſſus eſt une ſurface convexe. Fig. 20.

Terme, eſt ce qui termine quelque choſe. Ainſi les points ſont les termes de la ligne, les lignes ſont les termes des ſurfaces, & les ſurfaces ſont les termes des corps.

La figure eſt ce qui eſt terminé de tous côtez.

Les figures terminées par un ſeul terme ſont les cercles & les Ellipſes ou ovales, leſquelles ſont terminées par une ſeule ligne courbe.

Les figures terminées par pluſieurs termes ou lignes ſont le triangle ou Trigone, qui a trois côtez & trois angles. Fig. 21.

Le quarré ou Tetragone qui en a quatre. Fig. 22.

Le Pentagone cinq. Fig. 23.

L'Exagone ſix. Fig. 24.

L'Eptagone ſept.

L'Octogone huit.

L'Enneagone neuf.

Le Decagone dix.

L'Endecagone onze.

Et le Dodecagone douze.

On parlera ci-après plus au long de ces Polygones, en traitant de leur conſtruction.

Toutes les ſuſdites figures, & celles qui ont encore plus de côtez, ſe nomment auſſi Polygones, d'un mot general, qui ſignifie figures de pluſieurs angles; & pour les diſtinguer, on ajoûte le nombre des côtez, comme, par exemple, un Decagone ſe peut appeller un Polygone de dix côtez, un Dodecagone s'appelle auſſi un Polygone de douze côtez, & ainſi des autres.

Les figures dont les côtez & les angles ſont égaux, comme celles ci-devant, ſe nomment Polygones reguliers.

Celles dont les angles ou les côtez ſont inégaux, ſe nomment Polygones irreguliers.

Les Triangles ſe diſtinguent, ou par leurs côtez, ou par leurs angles.

Fig. 25. Ayant égard à leurs côtez; celui qui a les trois côtez égaux ſe nomme Triangle Equilateral, & il eſt auſſi Equiangle.

Fig. 26. Celui qui a ſeulement deux côtez égaux ſe nomme Triangle Iſoſcele.

Fig. 27. Et celui qui a les trois côtez inégaux s'appelle Triangle Scalene.

Fig. 28. Ayant égard à leurs Angles; le Triangle qui a un angle droit ſe nomme Rectangle, & le côté oppoſée à l'angle droit, ſe nomme Hypotenuſe.

Fig. 29. Celui qui a un angle obtus ſe nomme Obtuſangle, ou Ambligone.

Fig. 30. Celui qui a tous les angles aigus ſe nomme Acutangle, ou Oxygone.

Les Quadrilateres ou figures de quatre côtez, reçoivent auſſi differens noms.

Si les côtez oppoſez ſont paralleles, le Quadrilatere eſt appellé d'un nom general Parallelogramme.

Fig. 31. Si le Parallelogramme a les quatre côtez égaux, & les quatre angles droits, on l'appelle Quarré.

Fig. 32. Si tous les côtez ne ſont pas égaux, mais que les quatres angles ſoient droits, on l'appelle Quarré long, Parallelogramme Rectangle, ou ſimplement Rectangle.

La Ligne tirée dans un Parallelogramme d'un angle à l'autre qui lui eſt oppoſé, ſe nomme Diagonale, comme la ligne A B, même figure.

II. Planche. Fig. 1. Si les quatre côtez ſont égaux, & que les angles oppoſez ſoient auſſi égaux, mais non droits, on l'appelle Rhombe ou Lozange.

Fig. 2. Si des quatre côtez les deux oppoſez ſont égaux, & les angles oppoſez auſſi égaux, mais non droits, le Quadrilatere eſt appellé Rhomboïde.

Ainſi le quarré eſt Equilateral & Equiangle. Le quarré long eſt Equiangle & non Equilateral. Le Rhombe eſt Equilateral, & non Equiangle: & le Romboïde n'eſt ni Equilateral, ni Equiangle.

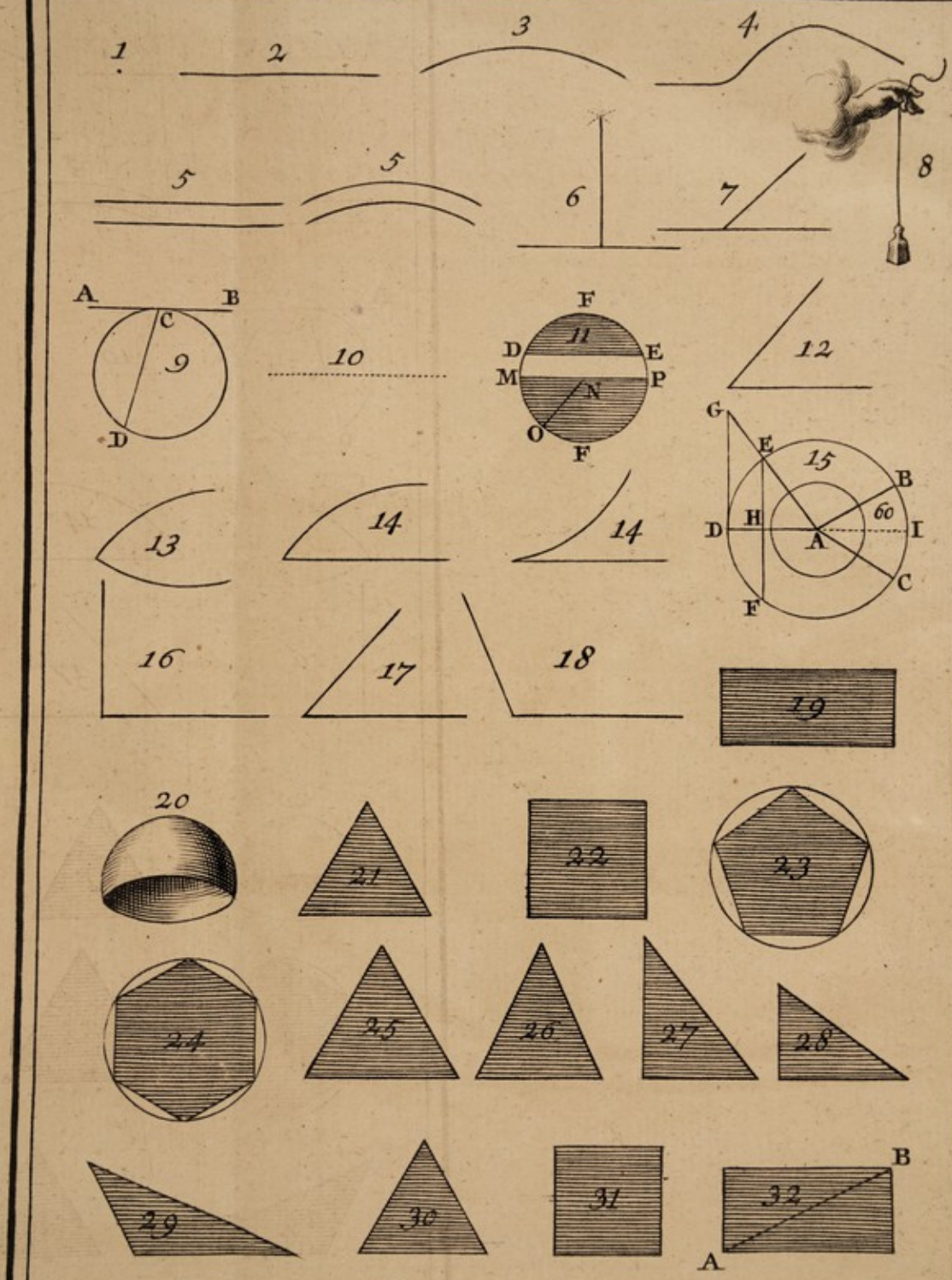
Fig. 3. Tout Quadrilatere, dont les côtez oppoſez ne ſont ni paralleles ni égaux, ſe nomme Trapeze.

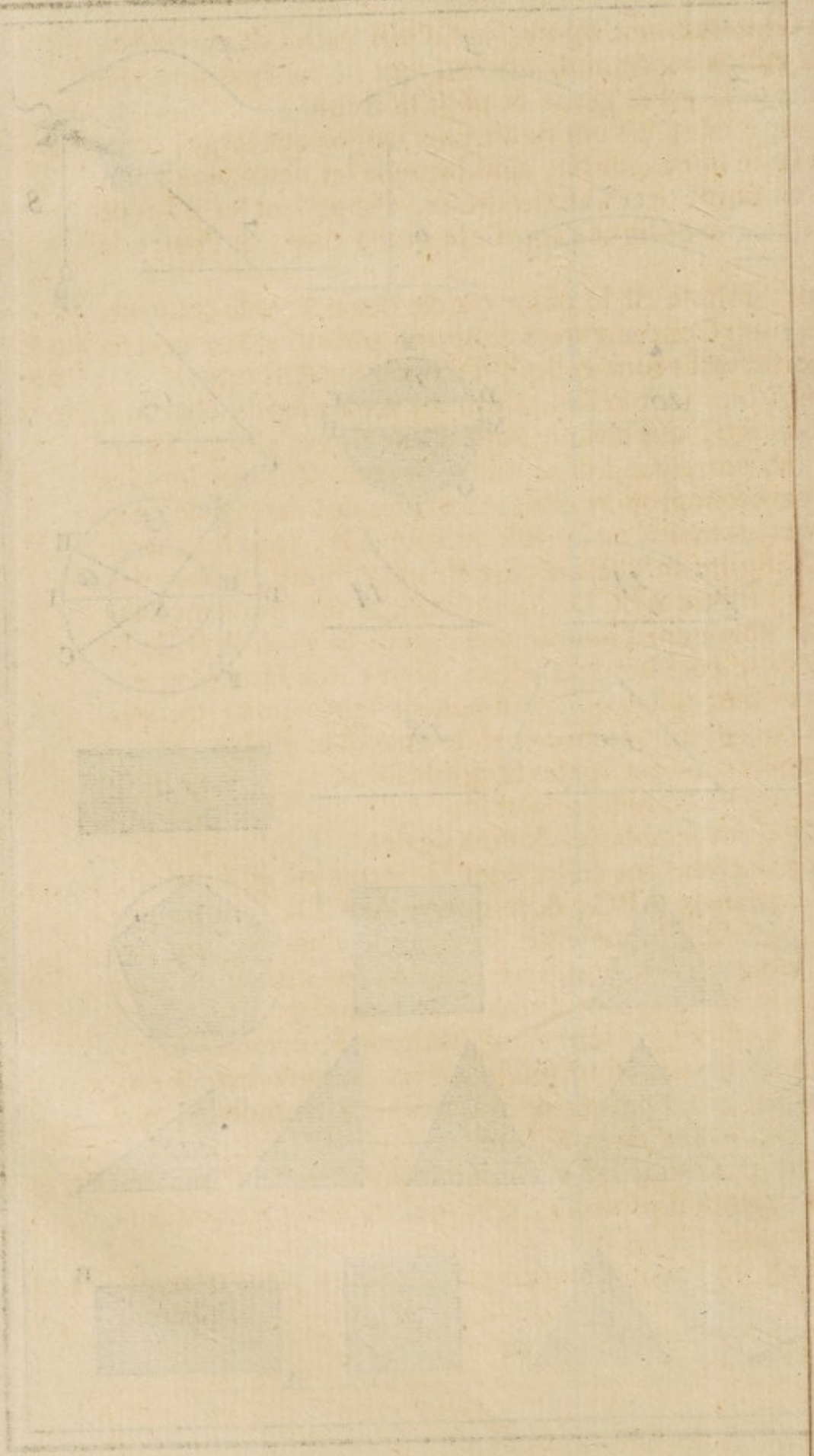
Fig. 4. Le Cercle eſt une figure plane, bornée par le contour d'une ligne courbe, qu'on nomme Circonference, laquelle eſt également éloignée du point du milieu, appellé Centre.

Fig. 5. Le Demi-cercle eſt une figure terminée par le Diametre & la demie circonference.

Fig. 4. Portion, ou Segment du Cercle, eſt une figure compriſe d'une partie

Planche Premiere.





partie de la circonference, & d'une corde plus petite que le Diametre. Il y a le grand & le petit Segment.

Secteur du Cercle eſt une figure faite d'une partie de cercle terminé par deux raïons ou demi-diametres, qui ne ſont pas une même ligne droite. Il y a le grand & petit Secteur. Fig. 6.

L'Ellipſe, ou ovale, eſt une figure plus longue que large, compriſe ſous une ſeule ligne courbe, dans laquelle les deux plus grandes lignes qu'on puiſſe tirer à angles droits, s'appellent les Axes de l'Ellipſe; la plus grande ligne s'appelle le grand Axe, & l'autre le petit Axe. Fig. 7.

Le centre de l'Ellipſe eſt le point où ces deux Axes ſe coupent.

On appelle figures Concentriques celles qui ont un même centre. Fig. 8.

Figures Excentriques ſont celles qui n'ont pas même centre. Fig. 9.

Figures ſemblables ſont celles qui ont les angles égaux chacun à chacun, c'eſt-à-dire, que chaque angle d'une figure eſt égal à chaque angle qui lui correſpond dans l'autre figure, & pour lors les côtez d'une figure ſont proportionnez aux côtez de l'autre; de ſorte que ſi le côté *ab* eſt la moitié ou le tiers du côté AB, tous les autres côtez de la petite figure *abcd* ſeront pareillement moitié ou tiers des côtez de la grande figure ABCD. Les côtez qui ſe répondent dans ſa proportion ſe nomment Homologues; ainſi le côté AB de la grande figure, & le côté *ab* de la petite, ſont côtez Homologues. Fig. 10.

Figures égales ſont celles qui contiennent également; c'eſt-à-dire, qui contiennent un nombre égal de quantitez égales.

Il y a des figures qui ſont égales & ſemblables.

D'autres ſont égales & non ſemblables.

D'autres enfin ſont ſemblables & non égales.

Figures Iſoperimetres ſont celles dont le circuit eſt égal; ainſi, par exemple, le triangle ABC, & le quarré ABCD, ſont figures Iſoperimetres; puiſque chaque côté du triangle étant 8, ſon circuit eſt 24, & chaque côté du quarré étant 6, ſon circuit eſt auſſi 24 parties égales à celles qui font le circuit du triangle. Fig. 11.

Corps ou Solide eſt ce qui a longueur, largeur & profondeur.

Sphere, Globe ou Boule, eſt un ſolide fait par le mouvement entier d'un demi-cercle à l'entour de ſon diametre immobile, qui s'appelle Axe, ou Aiſſieu de la Sphere. Fig. 12.

Spheroïque eſt une ſolide fait par le mouvement entier d'une demie Ellipſe, à l'entour d'un de ſes Axes, qui s'appelle Axe ou Aiſſieu du Spheroïque. Fig. 13.

La Piramide eſt un ſolide compris par pluſieurs plans triangulaires, Fig. 14.

laires, ſe rencontrans en un même point, & ayant un Polygone pour baſe.

Fig. 15. Cone eſt une eſpece de piramide qui a un cercle pour baſe. Il eſt fait par le mouvement entier d'un triangle rectangle; à l'entour de l'un des côtez qui forme l'angle droit, lequel côté eſt l'Axe du Cone droit.

Fig. 16. Cylindre eſt un ſolide qui a deux cercles pour baſes : il eſt fait par le mouvement circulaire d'un Parallelogramme à l'entour d'un de ſes côtez, lequel ſe nomme Axe du Cylindre.

Fig. 17. Priſme eſt un ſolide, qui a pour baſes deux plans paralleles, ſemblables & égaux ; quand ces deux plans paralleles ſont des triangles, il ſe nomme Priſme triangulaire.

Fig. 18. Quand les deux baſes du Priſme ſont des Parallelogrammes, il ſe nomme Parallelipipede.

Si les côtez de ces corps ſont perpendiculaires à la baſe, on les appelle droits ou iſoceles.

S'ils ſont inclinez, on les appelle Obliques ou Scalenes.

Corps regulier eſt celui qui eſt compris de figures regulieres & égales, & duquel tous les angles ſolides ſont égaux.

Angle ſolide eſt la rencontre de pluſieurs plans qui aboutiſſent en un point, comme eſt, par exemple, la pointe d'un diamant.

Il faut au moins trois plans pour faire un angle ſolide.

Il y a cinq ſortes de corps reguliers repreſentez dans la même planche avec leurs developemens; ſçavoir,

Fig. 19. Le Tétraedre compris ſous quatre triangles égaux & Equilateraux; c'eſt un piramide triangulaire qui a ſa baſe égale à ſes faces.

Fig. 20. L'Hexaedre ou Cube compris de ſix quarrez égaux.

Fig. 21. L'Octaedre compris ſous huit triangles égaux & équilateraux.

Fig. 22. Le Dodécaedre terminé de douze Pentagones égaux & équilateraux.

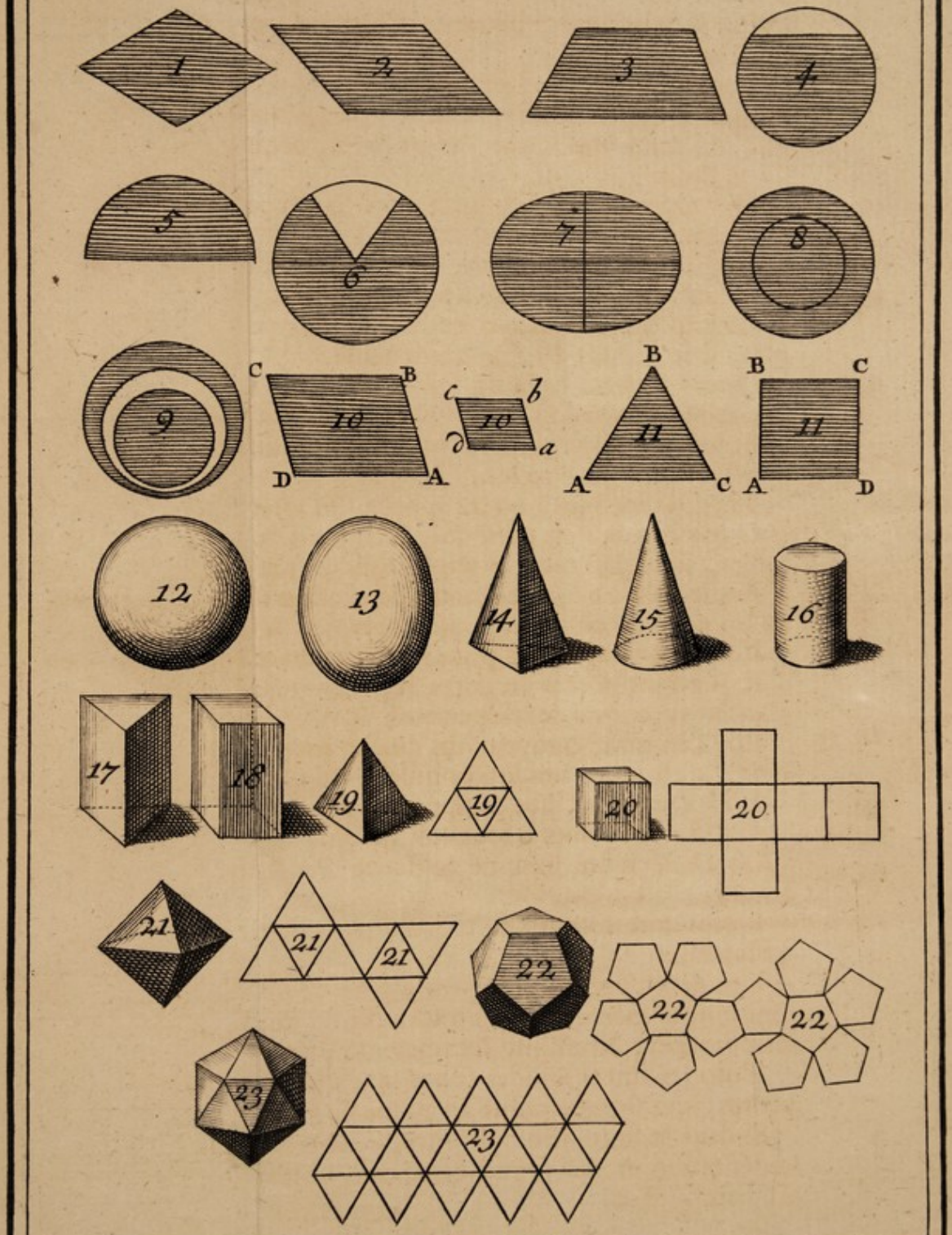
Fig. 23. L'Icoſaedre compris & terminé par vingt triangles égaux & équilateraux.

Les developemens marquez à côté de ces cinq corps reguliers font voir la maniere de les tracer ſur du cuivre ou carton, afin de les découper, & enſuite les rejoindre pour en former leſdits corps.

Tous les autres Solides ſe peuvent appeller du nom general Poliedres, qui ſignifie corps terminez de pluſieurs ſurfaces.

Si dans la ſuite de ce diſcours, il ſe trouve quelque choſe dont la définition ne ſoit pas ici compriſe, il ſera défini & expliqué en ſon lieu.

CON-


1
2
3
4
5
6
7
8
9
C
B
10
D
A
c
b
10
d
a
B
11
A
C
B
C
11
A
D
12
13
14
15
16
17
18
19
19
20
20
21
21
21
22
22
22
23
23

CONSTRUCTION
ET USAGE
DES INSTRUMENS
DE MATHEMATIQUES.

LIVRE PREMIER.

Des Inſtrumens les plus ordinaires; comme ſont le Compas, la Regle, le Tire-ligne, le Porte-craïon, l'Equerre, & le Rapporteur.

CHAPITRE PREMIER.

De la Conſtruction & des Uſages du Compas, de la Regle, du Tire-ligne, & du Porte-craïon.

IL y a pluſieurs ſortes de Compas, dont nous parlerons plus amplement dans la ſuite; mais celui dont nous allons donner les uſages dans ce Chapitre, eſt le Compas ordinaire. Il s'en fait de deux ſortes; ſçavoir, des Compas ſimples qui n'ont que deux pointes fixes, & d'autres qui changent de pointes: les uns & les autres de differentes grandeurs; mais l'ordinaire eſt depuis trois pouces juſqu'à ſix de longueur. A ceux qui changent de pointes, on en met une pour tracer à l'encre, une pour tracer au craïon, & quelquefois une autre où il y a une Roulete pour tracer des lignes ponctuées. *III. Planche. Fig. A.*

La bonté d'un Compas conſiſte principalement en ce que le mouvement de ſa tête ſoit bien égal, & qu'il ne ſaute point en l'ouvrant ou le fermant ; que les charnieres ſoient bien ajuſtées ; que le corps en ſoit limé, plat & bien poli ; & enfin que les pointes d'acier ſoient bien jointes & bien égales. Les figures A donneront l'idée de ces ſortes de Compas, dont nous expliquerons la conſtruction au Livre III.

Les Regles, ſoit de cuivre ou de bois, doivent être parfaitement droites en tous ſens : on ſe ſert pour les dreſſer de limes & d'un rabot, dont la ſemelle de deſſous ſoit d'acier ; comme auſſi d'une autre regle bien droite, qu'on frote l'une contre l'autre par l'épaiſſeur. Il y a un bizeau à un des bords, afin que l'encre ne ſaliſſe point le papier, quand on tire des lignes à l'encre ; elles doivent être un peu épaiſſes. Fig. B.

Pour connoître ſi une Regle eſt bien droite, tracez une ligne ſur du papier, & retournez ladite Regle bout pour bout ; ſi la ligne tracée convient juſtement le long de la Regle ; c'eſt une marque qu'elle eſt bien droite.

Le Tire-ligne eſt fait de deux lames d'acier jointes enſemble, & attachées au bout d'un baluſtre, à l'autre bout duquel eſt un Porte-craïon ; les lames doivent être évidées en dedans, afin que l'encre s'y puiſſe mettre avec une plume ; elles ſe joignent par les pointes qui doivent être bien égales. Il y a un petit coulant qui ſert à ouvrir & fermer plus ou moins le Tire-ligne pour tracer des lignes fines ou groſſes ſelon le beſoin. Fig. C.

Le Porte-craïon doit être bien égal de groſſeur par tout, & fendu bien droit par le milieu avec une ſcie bien mince ; on le courbe vers le bout, afin qu'on puiſſe ſerrer le craïon par le moyen du petit anneau.

USAGE PREMIER.

Diviſer une Ligne droite en deux également.

III. Planche. Fig. 1.

SOit la ligne donnée AB, laquelle il faut diviſer en deux parties égales.

Du point A, comme centre, à l'une, des extremitez de la ligne, décrivez l'arc de cercle CD d'une ouverture de Compas priſe à volonté, plus grande ou plus petite que AB, mais cependant plus grande que la moitié de ladite ligne. Décrivez auſſi de l'autre extremité B, & de la même ouverture de compas l'arc de cercle EF,

cou-

coupant le premier arc déja décrit aux points G H, posez la Regle sur ces deux Intersections, & tirez la ligne G H, elle divisera la ligne A B en deux parties égales.

Remarquez que ces deux arcs ne pourroient pas s'entrecouper si les ouvertures de compas n'étoient plus grandes que la moitié de la ligne donnée.

USAGE II.

Sur une Ligne droite & d'un point donné, élever une Perpendiculaire.

SOit la ligne droite donnée A B, & le point donné C, sur lequel il faut élever une Perpendiculaire. Fig. 2.

Du point donné C, marquez avec le Compas sur la ligne donnée les distances égales C A, C B, des points A & B, & d'une ouverture de compas à volonté, mais plus grande que chacune desdites distances, décrivez les arcs D E, F G, s'entrecoupans au point H, tirez la ligne H C, elle sera perpendiculaire sur A B.

Si le point donné C étoit à l'extremité de la ligne, décrivez de ce point, comme centre, un arc de cercle à volonté, sur lequel vous porterez deux fois la même ouverture de compas; sçavoir, de B en D, & de D en E. Des points D & E faites deux autres arcs de cercle s'entrecoupans au point F, & mettant la Regle sur les points F & C, tirez la ligne F C, laquelle sera perpendiculaire sur l'extremité de la ligne C B. Fig. 3.

S'il manquoit d'espace pour prendre la grandeur D E, divisez en deux également l'arc B D au point G, & portez la moitié D G de D en H, la ligne H C sera perpendiculaire.

Ou bien ayant tiré par les points B & D la ligne indéfinie B D F, faites la partie D F, égale à B D, & tirez la perpendiculaire F C. Fig. 4.

Ou bien encore ayant choisi le point P à volonté, au-dessus de la ligne donnée dudit point & de l'intervalle P C, décrivez l'arc B C D, tirez la ligne B P, & prolongez-la jusqu'à ce qu'elle coupe ledit arc au point D. de ce point D au point C, tirez la perpendiculaire D C. Fig. 5.

USAGE III.

Abaiſſer une perpendiculaire ſur une ligne donnée d'un point hors de ladite ligne.

Fig. 6. SOit le point donné C, duquel il faut abaiſſer une perpendiculaire ſur la ligne AB.

Du point C, comme centre, décrivez un arc de cercle qui coupe la ligne AB en deux points DE ; de ces points D & E, faites la Section F, & mettant la Regle ſur les points C & F, tirez la perpendiculaire CG.

On peut faire la Section F au-deſſus ou au deſſous de la ligne donnée ; mais il eſt bon qu'elle ſoit au-deſſous, parce que les points C & F étant éloignez, on tire plus juſtement la perpendiculaire que s'ils étoient proches.

Que ſi la portion de cercle décrite du point C ne coupe pas la ligne AB en deux points, il faudra continuer la ligne, s'il ſe peut ; ſinon il faudra ſe ſervir de la derniere methode ci-devant rapportée pour élever une perpendiculaire à l'extremité d'une ligne ; car dans la même figure 5, ſuppoſé qu'on veuille abaiſſer une perpendiculaire du point D ſur la ligne CB, tirez à volonté la ligne DB, diviſez-la en deux également au point P ; de ce point comme centre, & de l'intervalle PD, décrivez l'arc DCB, coupant la ligne AB au point C ; poſez la Regle ſur les points C & D, & tirez la ligne CD, elle ſera la perpendiculaire requiſe.

Fig. 7. Autrement. Soit la ligne AB & le point donné C hors icelle, duquel il faut abaiſſer une perpendiculaire. Prenez les deux points 1 & 2 à volonté ſur ladite ligne AB ; puis des points 1 & 2 & des intervalles 1 C & 2 C, décrivez des arcs de cercles qui s'entrecouperont en deux points ; ſçavoir, une fois au point C, & l'autre fois au point D, au-deſſous de la ligne ; poſez la Regle ſur les deux interſections, & tirez une ligne qui ſera perpendiculaire ſur la ligne AB.

USAGE IV.

Couper un angle rectiligne en deux également.

Fig. 8. SOit ACB l'angle qu'il faut couper en deux angles égaux.

Du point C, comme centre, décrivez l'arc DE à volonté : des points D & E décrivez deux arcs qui ſe couperont au point F,

Du

Du point F par le point C tirez la ligne FC, elle diviſera l'angle propoſé en deux également.

Si on vouloit diviſer en trois l'angle ACB, il faudroit diviſer l'arc DE en trois également en tâtonant, pour ainſi dire, avec le compas; puiſque la triſection de l'angle par des lignes droites n'a point encore été trouvée géométriquement.

USAGE V.

Sur un angle donné élever une ligne droite qui n'incline pas plus d'un côté que de l'autre.

FAites la même operation que deſſus, & prolongez la ligne FCG. Fig. 8.

USAGE VI.

Sur une ligne droite donnée & d'un point pris en icelle, faire un angle égal à un angle donné.

SOit AB la ligne donnée, & A le point donné, duquel il faut faire un angle égal à l'angle EFG. Fig. 9.

Du point F, comme centre décrivez une portion de cercle; de la même ouverture de compas décrivez du point A une ſemblable portion; prenez avec le compas la grandeur de l'arc EG, & portez cette ouverture ſur l'arc BC pour le faire égal; par les points A & C tirez la ligne AC, l'angle BAC ſera égal à l'angle EFG.

USAGE VII.

D'un point donné mener une ligne parallele à une ligne donnée.

SOit AB la ligne donnée, & C le point par lequel il faut mener une ligne qui ſoit parallele à AB. Fig. 10.

Du point C, comme centre, & d'une ouverture de compas priſe à volonté, faites l'arc DB qui coupera la ligne donnée au point B: dudit point B, comme centre, & de la même ouverture de compas faites l'arc CA; prenez avec un compas l'ouverture de l'arc CA, & la portez de B en D, pour faire ces deux arcs égaux. Par les points C & D tirez la ligne CD, elle ſera parallele à AB.

Autrement, du point C comme centre, décrivez un arc qui touche la ligne donnée, & d'un autre point pris à volonté ſur la ligne AB, décrivez avec la même ouverture l'arc D; par le point C Fig. 11.

tirez une ligne touchant l'arc D, la ligne CD ſera parallele à la ligne AB.

Mais comme on ne voit pas bien où eſt le point touchant, on pourra ſe ſervir de la maniere ſuivante qui eſt la meilleure.

Fig. 12. Du point donné C comme centre, & d'une ouverture de compas à volonté, décrivez un arc qui coupera la ligne AB au point A.

Et d'un autre point comme B ſur ladite ligne, faites un autre arc de la même ouverture de compas que le precedent; ouvrez le compas de la diſtance AB, & du point C comme centre faites un arc de cercle qui coupera le precedent au point D, par les points C & D tirez une ligne, elle ſera parallele à AB.

USAGE VIII.

Diviſer une ligne donnée en tant de parties égales qu'on voudra.

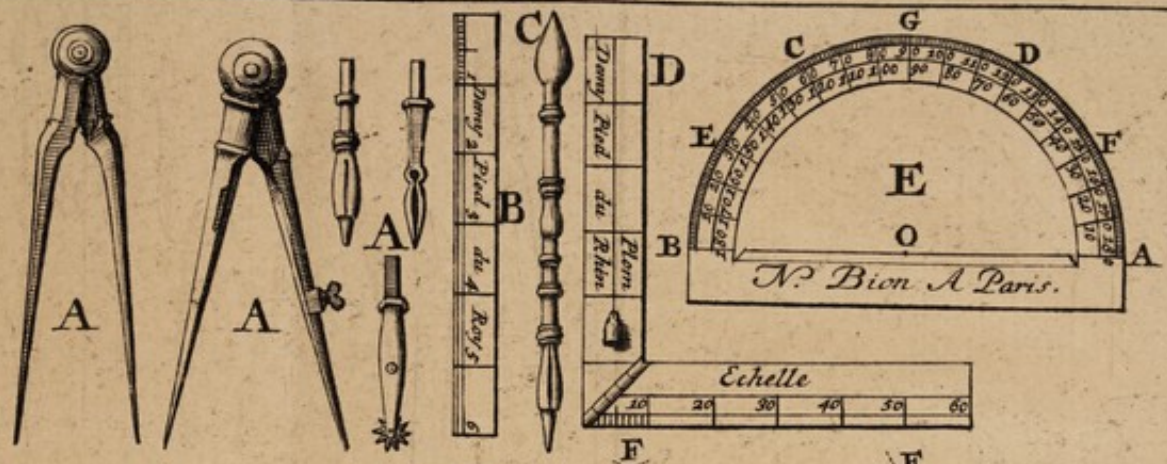
IV. Planche.

Fig. 1. LA ligne donnée ſoit AB, qu'il faut diviſer en 8 parties égales. Tirez à volonté la ligne BC, faiſant un angle avec la ligne AB, tirez auſſi la ligne AD parallele à BC, mettez ſur BC, 8 parties égales de telle grandeur qu'il vous plaira, portez les mêmes parties ſur la ligne AD, & des diviſions de l'une à l'autre tirez des lignes, elles diviſeront la ligne AB en 8 parties égales.

Fig. 2. Autrement, tirez une ligne *ab*, parallele à AB propoſée à diviſer; marquez ſur cette ligne *ab*, 8 parties égales à diſcretion: par les extremitez de ces deux paralleles tirez deux lignes, leſquelles formant un triangle s'entrecoupent au point C, duquel point C tirant des lignes aux diviſions faites ſur la ligne *ab*, elles couperont l'autre ligne AB en autant de parties égales.

Fig. 3. Cette diviſion de ligne ſert à faire des échelles de plans; car s'étant propoſé la ligne AB pour en faire une échelle de 80 parties ou 80 toiſes, chaque partie de cette ligne diviſée en 8, contiendra 10 toiſes; mais comme il ſeroit difficile de diviſer chacune deſdites parties en 10, il faut des extremitez de la ligne AB élever des perpendiculaires AD, BC, ſur leſquelles il faut mettre 10 parties à volonté, & de ces parties tirer des lignes paralleles à la ligne AB; on mettra ſur la ligne DC les mêmes diviſions de la ligne AB, & on tirera des lignes tranſverſales AE, 10 F, 20 G, & ainſi des autres.

On prendra facilement autant de toiſes qu'on voudra ſur cette échel-


A
A
A
B
C
D
Pouce
Pied
Roy
E
F
G
Nº Bion A Paris.
Echelle

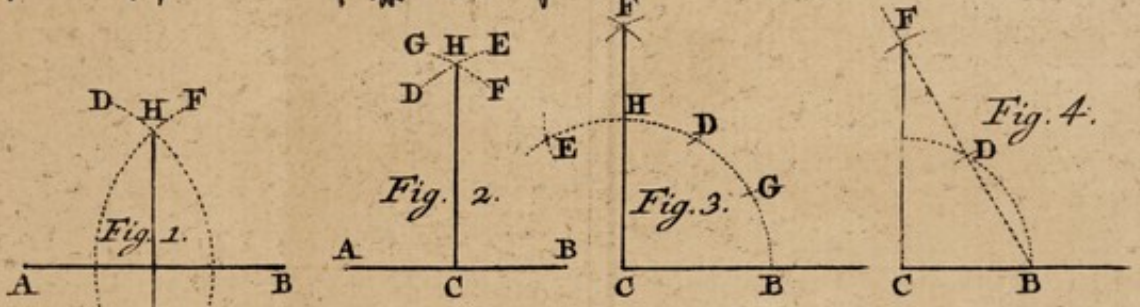


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.

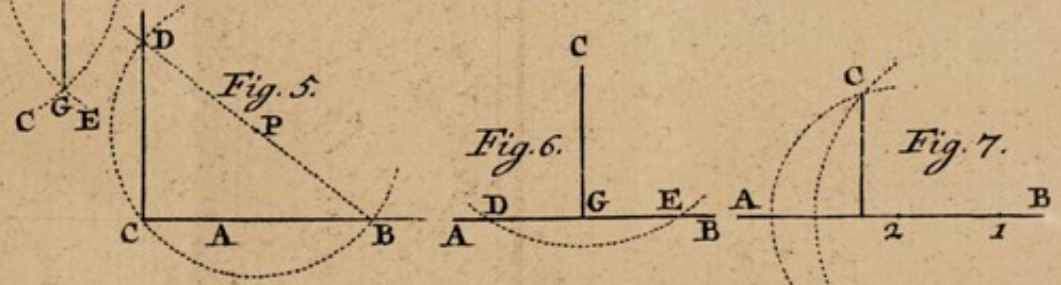


Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.

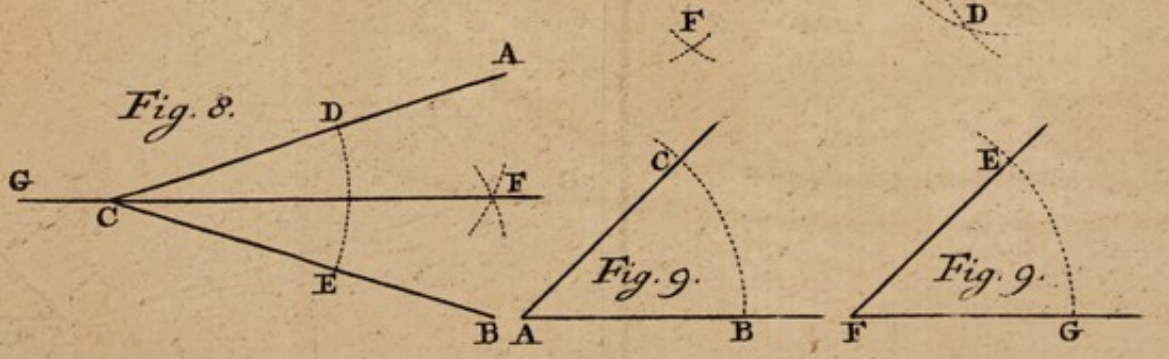


Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 9.

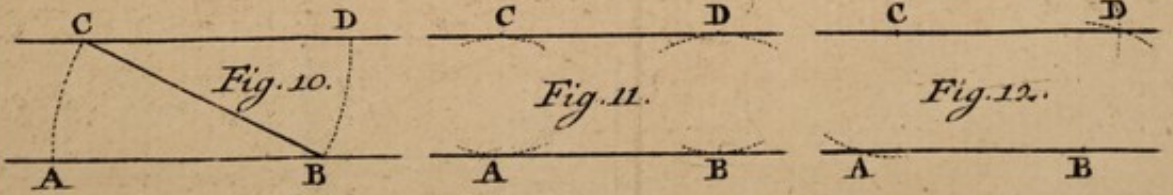


Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.

échelle. Par exemple, ſi on veut en avoir 23 toiſes, on prendra la rencontre de la tranſverſale 20 G avec la 3 parallele qui eſt au point Z, & la grandeur Z 3 ſera de 23 toiſes; ſi on veut avoir 58 toiſes, on prendra la rencontre de la tranſverſale 50 H avec la 8 parallele qui eſt à Y, & la grandeur Y 8, repreſentera 58 toiſes, & ainſi des autres : on pourroit mettre ſur cette échelle les pieds faiſant les lignes paralleles plus éloignées les unes des autres; & ſi elles étoient aſſez éloignées pour être encore ſubdiviſées en 12 parties, on y prendroit les pouces.

Pour diviſer une très-petite ligne en grand nombre de parties, comme en 100, ou en 1000 parties égales. Soit, par exemple, propoſée la ligne A D qu'il faut diviſer en 1000. Fig. 4.

Des extremitez A D élevez les perpendiculaires A B, D C, portez ſur ces perpendiculaires 10 parties égales; tirez par ces diviſions autant de lignes paralleles à A D, diviſez les lignes A D, B C chacune en 10 parties égales, que vous joindrez par autant de perpendiculaires : ſubdiviſez enſuite la premiere diſtance A E & ſa parallele B F en 10 autres parties que vous joindrez par des tranſverſales ou lignes obliques tirées d'un intervale de diviſion comme du point E au point 1, & ainſi des ſuites.

Par ce moyen cette premiere diſtance A E ſe trouvera diviſée en 100 parties égales; c'eſt pourquoi on continuëra d'écrire les chifres 200, 300, 400, 500, &c. juſqu'à 1000 au-deſſus & au-deſſous de ladite échelle, qui ſera diviſée en 1000 parties égales, comme l'on voit en la Figure 4. On nomme ordinairement cette regle Echelle de dixme.

Pour s'en ſervir & y prendre telle partie qu'on voudra, il faut faire comme il a été dit au ſujet de l'échelle repreſentée en la Figure precedente. Nous parlerons encore de cette échelle de 1000 parties dans le Chapitre du Compas de proportion.

Il ſe fait auſſi des échelles ſimples des ſinus, des tangentes & ſecantes ſur des regles en cette maniere.

Par exemple, ſi de tous les degrez du quart de cercle I F, à commencer du point I, on abaiſſe des perpendiculaires ſur le raïon A I, ces perpendiculaires ſeront les ſinus de tous ces degrez, dont le plus grand ſera le raïon du cercle ou ſinus total A F, & les longueurs de tous ces ſinus ſe pourront marquer ſur le raïon A F, pour en faire une échelle, à commencer depuis le point A, ainſi les ſinus D K ſont marquez depuis A juſqu'en G, &c. Fig. 6.

Et ſi l'on prolonge la tangente I E indéfiniment vers E, & que du cen-

centre A on tire des lignes comme A E par tous les degrez du quart de cercle juſqu'à la tangente I E prolongée, ces lignes ſeront les ſecantes de tous les degrez, & on verra évidemment que la moindre de toutes les ſecantes eſt plus grande que le raion A I. Il eſt auſſi évident que toutes les tangentes I E de tous les degrez ſont terminées par leurs ſecantes A E le long de la ligne I E, qui ſera pour lors l'échelle des tangentes; & c'eſt de cette maniere qu'on pourra faire ces échelles ſimples des ſinus, tangentes & ſecantes, en tranſportant avec un compas ſur une regle toutes ces diſtances.

Les tables des ſinus, tangentes & ſecantes ſont faites ſur ce principe. Le raïon du cercle ou ſinus de l'angle droit eſt ſuppoſé diviſé en 1000 parties égales, & l'on a calculé combien de ces mêmes parties ſont contenuës à proportion dans tous les ſinus droits, dans les tangentes & dans les ſecantes de tous les angles, de minute en minute, depuis une minute juſqu'à 90 degrez; & l'on a mis ces nombres par ordre, & c'eſt ce qu'on appelle les tables des ſinus, tangentes & ſecantes.

Les Logarithmes ſont des nombres en progreſſion arithmetique que l'on fait répondre à d'autres nombres en progreſſion géométrique, dont ils ſont les logarithmes, comme le marquent les deux progreſſions ſuivantes.

Prog. géom. nomb. 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, &c.

Prog. arith. logarith. 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, &c. & les logarithmes ont été inventez pour abreger les multiplications par de ſimples additions, & les diviſions par de ſimples ſouſtractions; ce qui épargne un travail infini, principalement dans les calculs aſtronomiques.

L'uſage de ces Tables eſt expliqué dans les Livres des Tables de ſinus, tangentes, ſecantes & logarithmes.

USAGE IX.

Oter d'une ligne donnée telle partie qu'on voudra.

Fig. 5. SOit A B, la ligne donnée de laquelle il faut retrancher la quatriéme partie.

Tirez la ligne indéfinie A C, faiſant un angle avec la ligne A B, portez ſur la ligne A C quatre parties à diſcretion; de la derniere diviſion tirez la ligne B 4, & tirez enſuite la ligne 1 D, parallele à B 4, A D ſera la quatriéme partie de A B.

USAGE X.

Mener une ligne droite qui touche le cercle par un point donné.

SI le point donné B touche la circonference du cercle, tirez le rayon AB, & du point B élevez la perpendiculaire BC, qu'il faut prolonger, elle ſera tangente au cercle. Fig. 6.

Mais ſi le point donné B étoit hors le cercle, tirez du centre A au point donné B une ligne droite, que vous diviſerez en deux également au point D, duquel comme centre & intervale BD décrivez un demi cercle qui coupera le cercle au point E, tirez BE, elle ſera tangente. Fig. 7.

Mais ſi le cercle étant donné avec une ligne qui le touche, on cherche le point d'attouchement, du centre du cercle abbaiſſez la perpendiculaire AB ſur la touchante, le point où elle la coupera ſera celui d'attouchement. Fig. 8.

USAGE XI.

Sur une ligne droite donnée, décrire une ligne ſpirale qui faſſe autant de revolutions qu'on voudra.

SOit la ligne donnée AB, ſur laquelle on veut décrire une ſpirale qui faſſe trois revolutions; diviſez premierement cette ligne en deux parties égales au point C, duquel point comme centre décrivez un demi cercle dont le diametre ſoit toute la ligne donnée AB; diviſez enſuite le demi diametre AC en trois également aux points DE, & du même centre C tracez du même côté deux autres demi cercles paſſans par les points des diviſions DE, ſubdiviſez encore l'eſpace CE en deux également au point F, duquel point comme centre décrivez de l'autre côté de la ligne trois autres demi cercles, & la ſpirale de trois révolutions ſera achevée. Si l'on veut que la ligne ſpirale faſſe quatre révolutions, il n'y a qu'à diviſer en quatre le demi diametre AC. Fig. 9.

USAGE XII.

Sur une ligne droite donnée décrire un triangle équilateral.

SOit AB la ligne donnée ſur laquelle il faut faire un triangle équilateral. Fig. 10.

Du point A pour centre & de l'intervale AB, décrivez un arc de cercle: du point B pour centre & de l'intervale BA, décrivez un autre arc de cercle qui coupera le precedent au point C; tirez les lignes CA, CB, le triangle ABC ſera équilateral.

Fig. 11. Pour décrire un triangle Iſocele ſur la ligne AB, il faut ouvrir le compas plus grand que toute la ligne, ou plus petit, & faire le reſte comme ci-devant.

USAGE XIII.

Faire un triangle égal & ſemblable à un autre triangle propoſé.

Fig. 12. SOit le triangle donné ABC, auquel il en faut faire un ſemblable comme DEF.

Fig. 13. Faites la ligne DE égale à AB; du point D pour centre & pour rayon AC décrivez un arc, du point E pour centre & pour rayon BC décrivez un autre arc qui coupera le precedent au point F, tirez les lignes DF, EF, & le triangle ſera égal & ſemblable au triangle propoſé.

USAGE XIV.

Sur une ligne donnée, faire un triangle ſemblable à un autre, ſans qu'il lui ſoit égal.

Fig. 14. & 15. SOit la ligne donnée HI, ſur laquelle il faut faire un triangle ſemblable, mais non égal au triangle ABC.

Faites l'angle H égal à l'angle A, & l'angle I égal à l'angle B; tirez les lignes HG, IG juſqu'à ce qu'elles ſe rencontrent, le triangle HIG ſera le requis.

USAGE XV.

Faire un triangle de trois lignes droites égales à trois lignes données, dont les deux plus courtes priſes enſemble ſoient plus longues que la troiſiéme.

Fig. 16. SOient les trois lignes droites propoſées A, B, C. Faites la ligne droite DE égale à la ligne A, du point E pour centre & pour rayon la grandeur de la ligne B, décrivez une portion de cercle; pareillement de D comme centre, & pour rayon la grandeur de la ligne C, décrivez une autre portion de cercle, coupant la premiere au point F, tirez les lignes droites FD, FE, & le triangle DFE ſera le propoſé.

USAGE XVI.

Sur une ligne droite donnée, décrire un quarré.

Fig. 17. SOit la ligne droite donnée AB, ſur laquelle il faut décrire un quarré, dont AB ſoit un côté. Du point A pour centre, & AB pour

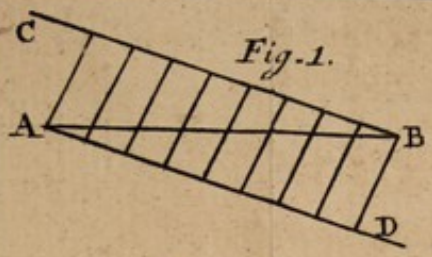


Fig. 1.

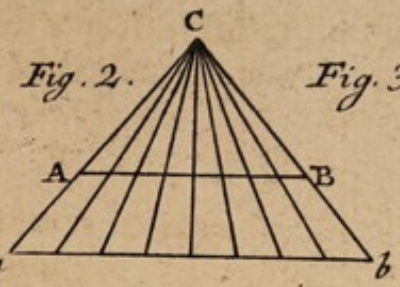


Fig. 2.

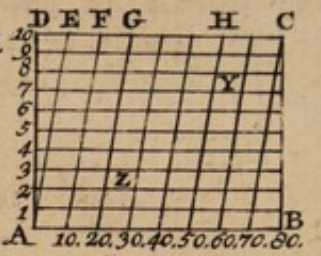


Fig. 3.

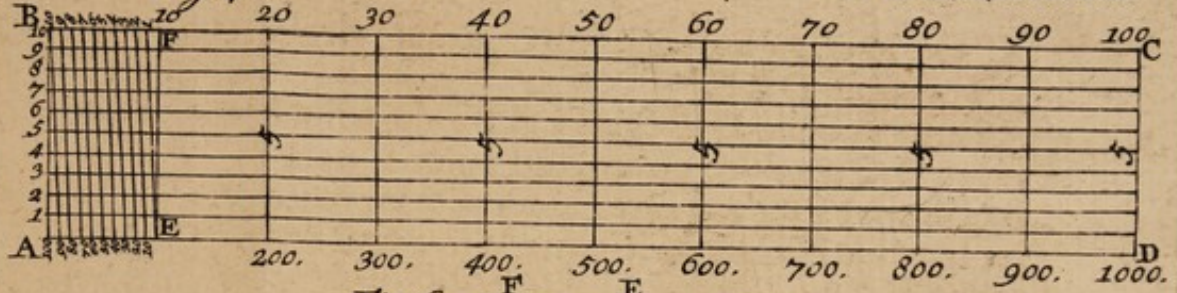


Fig. 4.

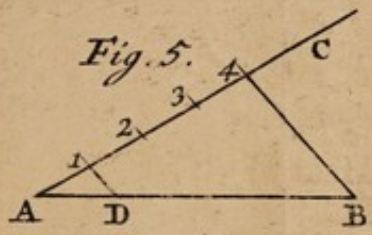


Fig. 5.

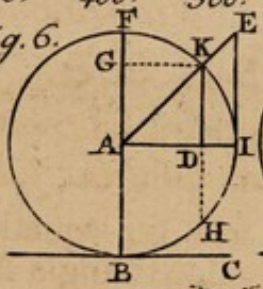


Fig. 6.

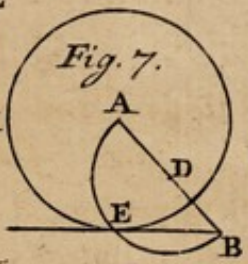


Fig. 7.

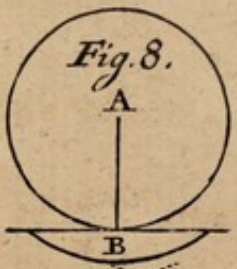


Fig. 8.

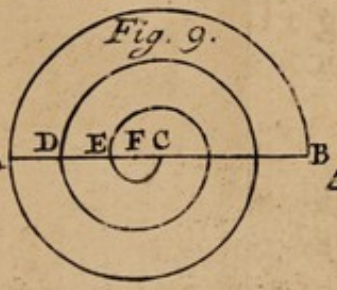


Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

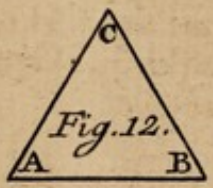
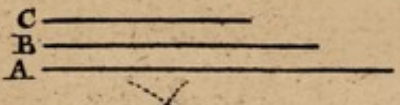


Fig. 12.

Fig. 13.



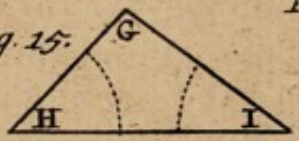


Fig. 15.

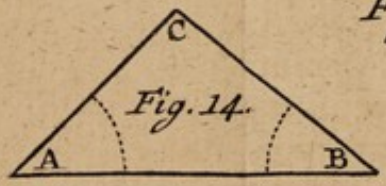


Fig. 14.

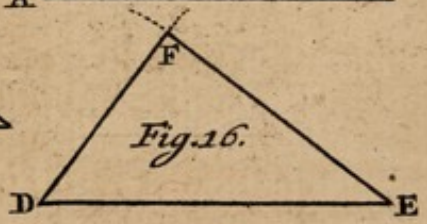


Fig. 16.

Fig. 17.

Fig. 18.

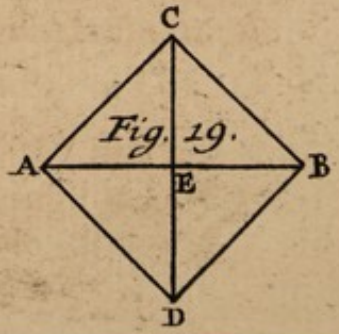


Fig. 19.

pour rayon, décrivez l'arc BD, & du point B l'arc AE, l'entrecoupant au point C, diviſez l'arc CA, ou CB en deux également au point F. Faites les intervales C E & CD égaux à CF; tirez les lignes AD, DE, EB, le quarré ſera fait.

Autrement: ſur l'extremité de la ligne AB, élevez la perpendiculaire A D égale à AB, du point D pour centre, & de la grandeur AB, faites un arc; du point B, & de la même ouverture de compas faites un autre arc, coupant le premier au point E, tirez les lignes AD, DE, & E B, le quarré ſera achevé. Fig. 18.

Dans la pratique precedente la ligne AB a été donnée pour être le côté d'un quarré; mais ſi on propoſoit cette ligne pour en être la diagonale, il faudroit la diviſer en deux également par la perpendiculaire CD, faire les parties EC, ED égales à AE & BE, & tirer les quatre lignes AC, CB, BD, & DA. Fig. 19.

On donnera dans les uſages du Rapporteur & du Compas de proportion des manieres de conſtruire les polygones reguliers ſur une ligne donnée, parce que la partique en eſt plus facile. Mais en attendant, voici une méthode generale où il n'eſt beſoin que du ſimple compas & de la regle.

USAGE XVII.

Inſcrire dans un cercle tel Polygone regulier qu'on voudra. *V. Planche.*

SOit propoſé pour exemple à faire un Pentagone; ſi le cercle eſt donné, diviſez ſon diametre AB en cinq parties égales par l'uſage 8. Mais s'il n'eſt pas donné, tirez au craïon une ligne indefinie, pour ſervir de diametre, laquelle étant diviſée en cinq parties égales, ouvrez le compas de toute la grandeur du diametre, pour décrire deux arcs qui s'entrecoupent au point C, comme pour former un triangle équilateral; puis ayant tracé un cercle autour de ce diametre, mettez la regle ſur ledit point C, & ſur le ſecond point de diviſion du diametre, pour tirer une ligne qui coupera la circonference du cercle au-deſſous du diametre au point D, l'arc AD ſera à peu près la cinquiéme partie de ladite circonference; c'eſt pourquoi l'ouverture A D diviſera le cercle en cinq également, & tirant cinq lignes droites, on aura le pentagone propoſé. Fig. 1.

Cette méthode eſt generale pour faire toutes ſortes de Polygones reguliers; car pour faire, par exemple, un eptagone, il n'y a qu'à diviſer en ſept le diametre AB, c'eſt-à-dire, en autant de parties, que la figure doit avoir de côtez, & tirer toûjours la ligne du point C par le ſecond point de diviſion du diametre.

Pour ce qui eſt de l'exagone, la conſtruction en eſt plus ſimple, puiſque, ſans aucune preparation, le rayon, ou demi diametre du cercle, diviſe la circonference en ſix parties égales.

Pour le dodecagone, il n'y a qu'à ſubdiviſer en deux parties égales l'arc de l'exagone.

De même, pour le decagone, il faut diviſer en deux l'arc du pentagone.

Ce problême eſt à peu près le même que celui qui eſt décrit au Chapitre 17 du premier livre des Fortifications du Chevalier de Ville, excepté que pour diviſer le cercle, il tire une ligne de l'angle exterieur du triangle équilateral par le premier point de diviſion du diametre, & qu'enſuite il double l'arc du cercle; mais par ce moyen il s'éloigne davantage de l'exactitude: car, par exemple, en la deſcription du pentagone, l'angle du centre eſt trop grand de quarante-quatre minutes, à l'eptagone il eſt trop grand d'un degré cinq minutes; & ainſi l'erreur s'augmente aux polygones qui ont plus de côtez: au lieu que faiſant paſſer cette ligne par le ſecond point de diviſion du diametre, l'angle au centre du pentagone n'eſt trop petit que d'environ deux minutes; & à l'eptagone, il eſt trop grand de ſix minutes, qui ſont des erreurs beaucoup moindres, & preſqu'inſenſibles dans l'inſcription de ces polygones.

USAGE XVIII.

Par trois points donnez faire paſſer la circonference d'un cercle, pourvû qu'ils ne ſoient pas en ligne droite.

Fig. 2. SOient les trois points donnez A, B, C; du point A au point B tirez une ligne, & du point B au point C une autre; diviſez-les en deux également par les lignes D E, F G, leſquelles ſe rencontreront au point H, qui ſera le centre du cercle: du point H pour centre, & de l'intervale HA, ou HB, ou HC, décrivez le cercle.

Par cette methode on acheve une circonference commencée, en y prenant trois points, comme ſeroient les trois points A, B, C, & faiſant le reſte comme ci-devant.

USAGE XIX.

Trouver le centre d'un cercle.

Fig. 3. SOit le cercle donné ACBD, duquel il faut trouver le centre.

Tirez dans le cercle la ligne AB, diviſez-la en deux également par la ligne CD, diviſez la ligne CD en deux par la ligne EF, laquelle coupera la ligne CD au point G, qui ſera le centre du cercle.

USA-

USAGE XX.

Tracer une ligne droite égale à la circonference d'un cercle; & faire une circonference de cercle égale à une ligne droite propoſée.

SOit le cercle donné ABCD, dont on veut reduire la circonference en ligne droite; portez ſur une ligne droite trois fois le diametre du cercle, & de plus une ſeptiéme partie du même diametre qu'il y faut ajoûter. La ligne GH ſera à peu près égale à ladite circonference: nous diſons à peu près, car c'eſt en cela que conſiſte la quadrature du cercle, laquelle n'a point encore été trouvée geometriquement. Fig. 4

Si la ligne GH étoit donnée pour la réduire en circonference, il la faudroit diviſer en vingt-deux parties égales, & en prendre ſept pour le diametre du cercle, ou trois & demi pour ſon raïon.

USAGE XXI.

Décrire une Ovale ſur une ligne donnée.

SOit AB la ligne droite donnée, ſur laquelle il faut décrire une ovale. Fig. 5

Diviſez-la en trois parties égales, aux points C & D; ſur la partie CD décrivez des triangles équilateraux, dont vous prolongerez les côtez; des points C & D, & intervale CA, DB, décrivez des portions de cercle juſqu'aux côtez des triangles prolongez aux points EF & GH; des points I & K pour centre, & pour raïon la grandeur IE, ou IG décrivez l'arc E G d'une part, & l'arc F H de l'autre, vous aurez une ovale.

On en peut tracer d'autres plus grandes ou plus petites par cette même maniere, comme on le peut voir par celles qui ſont marquées de points dans la même figure.

USAGE XXII.

Décrire une Ellipſe mathematique, dont les deux axes, ou diametres ſont donnez.

SOit le grand axe AB, & le petit axe CD, ſe coupans par le milieu à angles droits au point G. Fig. 6

Prenez avec un compas, ou un cordeau, la grandeur de la moitié du grand axe, c'eſt-à-dire, AG, ou GB; portez cette ouverture en C, & de ce point, comme centre, décrivez un arc de cercle qui coupera le grand axe d'un côté en E, & de l'autre en F; ces points

E & F ſeront les foyers, auſquels il faudra mettre de petits points comme des têtes d'épingle, ou des piquets, ſi le plan eſt aſſez grand, comme ſeroit un jardin: attachez aux points E & F un cordeau égal au grand axe, dont le milieu paſſera par le point C. Mettez dans le ply que fait ce cordeau un crayon ou un piquet, que vous ferez mouvoir, en bandant regulierement le cordeau juſqu'à ce que vous ayez parcouru les extremitez des diametres propoſez.

On appelle ordinairement cette figure l'Ovale du jardinier, & c'eſt la plus ſimple & la plus facile de toutes les methodes pour décrire une ovale, mais il faut que le plan ſoit aſſez grand.

Si l'on augmente ou diminuë la longueur de la corde, ſans changer la diſtance des foyers, on aura des ellipſes d'une autre eſpece. De même, ſi ſans changer la longueur de la corde, on diminuoit la diſtance des foyers, on auroit encore des ellipſes d'une autre eſpece; & ſi à force de les approcher, on les joint tout-à-fait, on décrira un cercle. Mais ſi l'on augmente ou diminuë la longueur du grand diametre & de la corde qui luy eſt égale en même proportion que la diſtance des foyers, on tracera des ellipſes toutes de même eſpece, quoyque differentes en grandeur.

Autre maniere de tracer l'Ellipſe.

Fig. 7. LEs deux foyers E, F, étant marquez comme en la figure precedente, on trouvera autant de points qu'on voudra dans la circonference de l'ellipſe, en cette ſorte. Ouvrez le compas à diſcretion, mais un peu davantage que de la diſtance AF, comme par exemple, de la grandeur AI, mettez une des pointes du compas au foyer F, & de l'autre pointe tracez l'arc O R; ouvrez enſuite le compas de la diſtance I B, qui eſt le reſte du grand axe, poſez une de ſes pointes à l'autre foyer E, & de cette ouverture tracez l'arc S T, le point d'interſection P de ces deux arcs donnera un des points de la circonference de l'ellipſe. Faiſant le même des ouvertures de compas AL, L B, on aura le point d'interſection H, en traçant toûjours des foyers F & E. Enfin ouvrant le compas de differentes grandeurs, on aura tant d'autres points qu'on voudra dans la circonference, leſquels étant joints par une ligne courbe, l'ellipſe ſera achevée.

Il eſt à remarquer que chaque ouverture de compas ſert à trouver quatre points en diſtance égale des axes. Si d'un point pris à volonté dans la circonference de l'ellipſe, on tire deux lignes droites juſqu'aux foyers F, E, ces deux lignes PF & PE jointes enſemble, ſont égales à ſon grand axe A B, comme il ſe voit par la même figure.

USA-

USAGE XXIII.

Faire une figure égale & ſemblable à une autre.

SOit la figure propoſée ABCDE, à laquelle on en veut faire une égale & ſemblable. Fig. 8.

Diviſez-la en triangles par les lignes AC, AD; tirez enſuite la ligne *ab*, égale à AB, du point *b* & grandeur BC décrivez un arc; du point *a* & grandeur AC, décrivez un autre arc, coupant le precedent au point *c*, tirez la ligne *bc*, faites le même pour tous les autres côtez, & la figure *abcde* ſera ſemblable à la propoſée ABCDE.

USAGE XXIV.

Reduire des figures de grand en petit, & de petit en grand.

ON donne ici pluſieurs manieres de réduire les plans, parce que cela eſt d'un grand uſage; chacun prendra celle dont il s'accommodera le mieux.

Premierement, on peut réduire une figure, en prenant un point en dedans, & tirant des lignes à tous les angles. Soit pour exemple la figure ABCDE propoſée à réduire en petit. Fig. 9.

Prenez le point F, environ dans le milieu de la figure, tirez des lignes à tous les angles ABCDE, menez la ligne *ab* parallele à la ligne AB, la ligne *bc* parallele à BC, & ainſi des autres; & vous aurez la figure *abcde* ſemblable, mais plus petite que la figure ABCDE.

Si l'on veut avoir une figure plus grande, il n'y a qu'à prolonger les lignes tirées du centre de la figure, & mener des paralleles à ſes côtez.

Reduire la figure par l'échelle.

MEſurez tous les côtez de la figure propoſée ABCDE avec ſon échelle GH; ayez une échelle plus petite KL qui contienne autant de parties égales que la grande. Faites le côté *ab* d'autant de parties de la petite échelle, que le côté AB en contient de la grande. Faites *bc* d'autant de parties que BC, *ac* d'autant que AC, & ainſi des autres côtez, vous aurez votre figure réduite en petit. Fig. 10.

Pour la réduire de petit en grand, on fera une échelle plus grande que celle de la figure propoſée, & le reſte ſe fera de la même maniere.

Reduire les Plans par l'Angle de proportion.

SOit la figure propoſée ABCDE, qu'il faut diminuer en même proportion que la ligne AB eſt à la ligne *ab*. Fig. 11.

Ti-

Tirez la ligne indefinie GH, prenez la grandeur AB, & la portez de G en H; du point G décrivez l'arc HI; prenez la grandeur du côté donné *ab*, pour être la corde de l'arc HI, tirez la ligne GI, l'angle IGH donnera toutes les meſures du plan qu'on s'eſt propoſé de reduire; car pour avoir le point C, prenez la grandeur BC, & du point G décrivez l'arc KL. Prenez la corde KL, & du point *b* comme centre décrivez un petit arc. Prenez la grandeur AC, & du point G décrivez l'arc MN, & du point *a* décrivez un arc de cercle qui coupera le precedent au point C, qui ſera celui qu'il faut avoir pour tirer le petit côté *bc*. Faites la même choſe pour tous les autres angles & côtez de la figure.

Si vous voulez par cette maniere réduire de petit en grand, vous ferez la même choſe; mais il faut que le côté de la figure qu'on veut augmenter, ſoit moindre que le double de celui qui lui répond. Si vous voulez, par exemple, réduire en grand la figure *ab cde*, il faut que le côté AB de la grande ſoit moindre que le double du côté *ab* de la petite : car s'il étoit double, les deux lignes qui doivent former l'angle IGH, ſe rencontreroient directement, & feroient une ligne droite.

Reduire une figure par les quarreaux.

CEtte maniere de réduire ſert particulierement pour copier une carte, & pour l'augmenter, ou diminuër.

Fig. 12. Soit pour exemple la carte ABCD à reduire en petit; diviſez-la par quarreaux; faites une ſemblable figure *abcd* qui ſoit plus petite; diviſez-la en autant de quarreaux, mais plus petits, & deſſignez dans chaque quarreau de la petite figure ce qui eſt en chaque quarreau correſpondant de la grande figure, & vous aurez une carte plus petite. Plus il y aura de quarreaux, plus la figure ſera juſte.

CHAPITRE, II.

De la conſtruction & uſage de l'Equaire.

Fig. D. *de la III. Planche.* L'Equaire eſt un inſtrument qui ſert à élever des perpendiculaires, & à connoître ſi une ligne tombe perpendiculairement ſur une autre. Elle eſt compoſée de deux regles de cuivre ou autre métal, aſſemblées de telle maniere, qu'elles forment un angle droit. Il s'en fait où les deux regles ou branches ſont attachées fixement, & d'autres qui s'ouvrent & ſe ferment par le moyen d'une charniere qui doit être bien juſte, afin qu'elle ne vacille point, & qu'elle conſerve toûjours ſon angle droit. On

On ajuſte pour cela dans un petit canal fait à l'angle d'une des branches de l'équaire trois charnons ou petits bouts de cylindre, coupez bien droits, d'une longueur & groſſeur convenables à la largeur & épaiſſeur de l'Equaire. Ces charnons doivent être éloignez l'un de l'autre de maniere qu'ils puiſſent recevoir juſte deux autres charnons qui ſont ajuſtez de même à l'autre branche de l'équaire. Ces charnons étant ainſi arrêtez, on les ſoude aux branches & enſuite on les unit l'un à l'autre par le moyen d'une goupille qui rempliſſe juſte le trou des charnons, afin que le mouvement ſoit ferme.

Il y a des équaires où l'on met un fil avec un petit plomb, pour ſervir de niveau, c'eſt-à-dire, pour mettre un plan horiſontalement.

On met ſouvent ſur un des côtez de l'équaire pluſieurs meſures ou échelles, & ſur l'autre un demi-pied diviſé en ſix pouces, dont un eſt ſubdiviſé en douze lignes. On y ajoûte quelquefois pluſieurs meſures étrangeres, dont on connoît le rapport avec le pied de Paris.

USAGE I.

Elever d'un point donné une ligne perpendiculaire, ſur une ligne donnée.

V. Planche. Fig. 13.

SOit la ligne donnée AB, & le point donné C dans la ligne ou hors la ligne.

Appliquez un des côtez de l'équaire ſur la ligne donnée, en telle ſorte que l'autre côté touche le point donné, & tirez la ligne CD, elle ſera perpendiculaire. Si l'on retourne l'équaire, en remettant deſſus ce qui étoit deſſous, & que l'on tire une autre ligne CD, on connoitra ſi l'équaire eſt bien juſte ; car en ce cas ces deux lignes tirées par le point C, ne feront qu'une ſeule & même ligne.

USAGE II.

Connoitre ſi une ligne eſt perpendiculaire ſur une autre ; c'eſt-à-dire, ſi elles ſont un angle droit.

Appliquez un des côtez de l'équaire ſur une des lignes, & voyez ſi l'autre côté correſpond juſtement à l'autre ligne, comme on voit en la même figure. Ces pratiques ſont aiſées à faire, c'eſt pourquoi on n'en fait pas un long diſcours.

CHAPITRE III.

De la conſtruction & des Uſages du Rapporteur.

LE Rapporteur eſt un demi cercle diviſé en 180. degrez, d'autant que le cercle ſe diviſe en 360. degrez, comme il a été dit dans les définitions.

De la III. Planche. Fig. E. Il doit être limé plat d'un côté, pour être mieux appliqué ſur le papier, & l'autre côté doit être en talu, c'eſt-à-dire mince ſur le bord où eſt la diviſion. Le centre doit être marqué par une petite hoche demi circulaire, afin de mieux découvrir le point où doit aboutir la pointe de l'angle.

Methode pour faire cette diviſion.

De la III. Planche. Fig. E. SUr la ligne AB & du centre O, décrivez un demi cercle; portez le raïon ou demi diametre AO autour de la circonference, il la diviſera en trois arcs égaux de 60. degrez chacun aux points C & D, parce que le raïon d'un cercle eſt contenu ſix fois en ſa circonference. Diviſez l'arc BC en deux également au point E, l'arc BE ſera de 30. degrez, & tournant cette ouverture autour du demi cercle, il ſera diviſé en ſix arcs égaux. Diviſez-les encore en trois parties égales, chacune ſera de dix degrez. Diviſez chaque dixaine en deux, vous aurez des arcs de cinq degrez chacun; & enfin ſubdiviſant chacun de ces derniers arcs en cinq, tout le demi cercle ſera diviſé en 180. degrez.

C'eſt de la même maniere qu'on peut diviſer tout le cercle en 360. degrez; nous en parlerons encore dans la ſuite. On fait auſſi quelquefois des rapporteurs de corne; il ſont aſſez commodes, en ce qu'ils ſont tranſparens; mais il faut les tenir dans un livre, quand on ne s'en ſert pas, afin que la corne ne ſe ride point.

USAGE I.

Faire des angles de telle grandeur que l'on veut.

De la V. Planche. Fig. 14. SOit, par exemple, propoſé de faire au point A un angle de 50 degrez ſur la ligne CAB.

Mettez le centre du rapporteur qui eſt marqué par une petite cavité ſur le point A, en telle ſorte que le diametre du demi cercle ſoit ſur la ligne AB. Marquez un point de craïon vis-à-vis le cinquantiéme degré, & de ce point tirez au point A une ligne, elle fera avec la ligne AB un angle de cinquante degrez.

USA-

USAGE II.

L'Angle BAD étant donné, ſçavoir ce qu'il contient de degrez.

METtez le centre du rapporteur au point A, & ſon rayon ſur le côté BC; remarquez à quel degré la ligne AD coupe la circonference, vous connoîtrez que l'angle BAD eſt de 50. degrez. Même figure.

USAGE III.

Pour inſcrire dans un cercle tout Polygone regulier.

POur cette operation, il faut connoître de combien de degrez eſt l'angle du centre de chaque polygone regulier : ce qui ſe trouve en diviſant 360 degrez de la circonference du cercle par le nombre des côtez du polygone propoſé. Ainſi par exemple, diviſant 360 par 5, le quotien 72 fait voir que l'angle du centre d'un pentagone eſt de 72 degrez. En diviſant 360 par 8, le quotien 45 fait connoître que l'angle du centre d'un octogone eſt de 45 degrez, & ainſi des autres. Fig. 15.

En connoiſſant l'angle du centre, on trouve l'angle formé par les deux côtez du polygone, en ôtant de 180 degrez l'angle du centre. Ainſi ôtant de 180 degrez l'angle du centre d'un pentagone qui eſt de 72 degrez, reſte 108. pour l'angle du polygone, c'eſt-à-dire, l'angle formé par les deux côtez dudit pentagone.

De même ôtant de 180 l'angle du centre d'un octogone, qui eſt 45 degrez, reſtent 135 pour ſon angle de polygone.

C'eſt pourquoy ſi l'on propoſe d'inſcrire un pentagone dans un cercle, mettez le centre du rapporteur au centre du cercle, & faiſant convenir le diametre du rapporteur avec le diametre du cercle, marquez un point vis-à-vis les 72 degrez de la circonference du rapporteur, lequel étant ôté, tirez une ligne du centre du cercle par ce point que vous avez marqué, juſqu'à ce qu'elle coupe la circonference au point C. Prenez avec le compas l'ouverture de l'arc BC, elle diviſera le cercle en cinq parties égales, & tirant cinq lignes le pentagone ſera inſcrit.

S'il s'agit de faire un eptagone, diviſez trois cens ſoixante par ſept, le quotien 51 degrez, & trois ſeptiémes, fait voir que l'angle du centre doit être de 51. & demi à peu près. C'eſt pourquoy ayant placé le rapporteur au centre & ſur le diametre du cercle, marquez un point vis-à-vis 51 degrez & demi de la circonference du rapporteur, la ligne tirée du centre du cerle par ce point mar-

quera ſur la circonference la ſeptiéme partie du cercle; après quoy il ſera facile d'achever l'eptagone.

Il y a des rapporteurs, ſur leſquels ſont gravez des nombres qui marquent les polygones reguliers, pour épargner la peine de faire les diviſions. Le nombre cinq qui ſignifie le pentagone, eſt marqué vis-à-vis 72 degrez de la circonference, le nombre ſix qui ſignifie l'exagone eſt marqué vis-à-vis 60 degrez; le nombre ſept qui ſignifie l'eptagone, eſt marqué vis-à-vis les 51 degrez & demi, &c.

USAGE IV.

Pour décrire ſur une ligne donneé tout polygone regulier.

Fig. 16. SOit la ligne donnée CD, ſur laquelle on veut décrire un pentagone.

Nous avons enſeigné dans l'uſage precedent le moyen de connoitre les angles de tous les polygones reguliers; & comme celui que font les deux côtez du pentagone eſt de 108 degrez, ſa moitié 54 ſera le demi-angle du pentagone, & ſervira à le décrire en la maniere ſuivante.

Fig 16. Poſez le diametre du rapporteur ſur la ligne CD, & ſon centre à l'extremité D. Marquez un point vis-à-vis les 54 degrez de ſa circonference, & tirez la ligne DF faiſant un angle de 54 degrez avec la ligne CD. Tranſportez le centre du rapporteur à l'autre extremité C, pour y faire pareillement un angle de 54 degrez, en tirant la ligne CF; le point F où ces deux lignes ſe rencontrent, ſera le centre d'un cercle que vous tracerez en ouvrant le compas de la grandeur CF. Prenez enſuite la grandeur de la ligne donnée CD, pour diviſer en cinq la circonference du cercle, & tirant cinq lignes, le pentagone ſera décrit.

Si l'on propoſe de décrire un octogone ſur une ligne donnée, ayant reconnu que ſon angle de poligone eſt de 135 degrez, prenez-en la moitié, 67 degrez & demi, & faites un angle de pareil nombre de degrez à chaque extremité de la ligne donnée, pour y faire un triangle Iſocele, dont le ſommet ſera le centre d'une circonference, que vous diviſerez en huit, en y appliquant huit fois la ligne donnée, & l'octogone ſera formé.

On peut faire, avec les inſtrumens dont nous venons de parler, quantité d'autres operations, ſuivant les differens ſujets; mais on s'eſt contenté d'y rapporter les plus utiles, & les plus ordinaires.

Fin du premier Livre.

DE

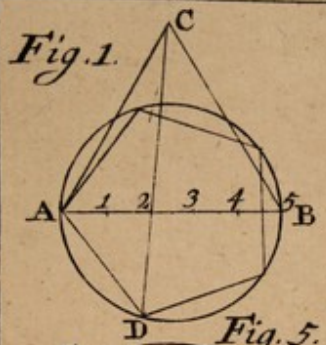


Fig. 1.
C
A
1 2 3 4 5
B
D

Fig. 2.
D
F
B
A
C
H
G
E

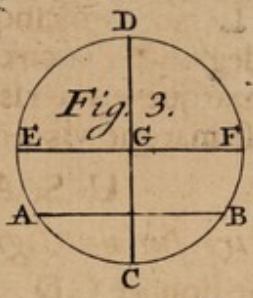


Fig. 3.
D
E
G
F
A
B
C

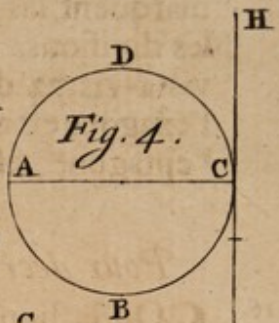


Fig. 4.
D
A
C
B

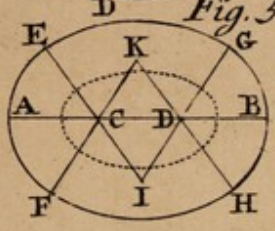


Fig. 5.
E
K
G
A
C
D
B
F
I
H

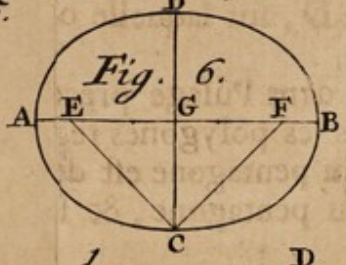


Fig. 6.
D
A
E
G
F
B
C

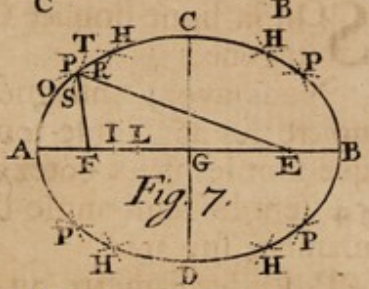


Fig. 7.
T H
C
H
P
P
R
O
S
I L
A
F
G
E
B
P
P
H
D
H

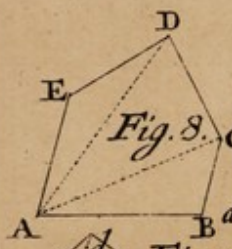


Fig. 8.
D
E
C
A
B

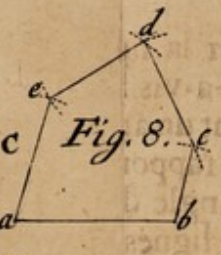


Fig. 8.
d
e
c
a
b

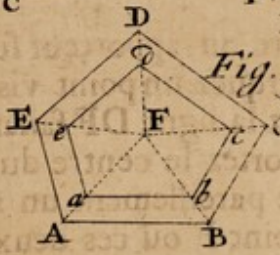


Fig. 9.
D
E
F
C
a
b
A
B

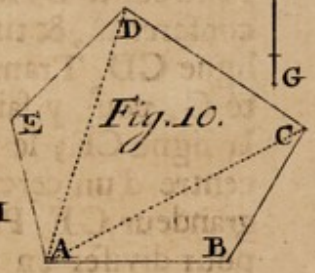


Fig. 10.
D
G
E
C
A
B

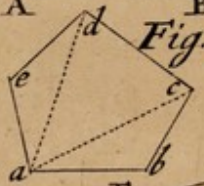
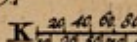
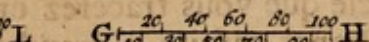


Fig. 10.
d
e
c
a
b


K
20 40 60 80 100
10 30 50 70 90
L


G
20 40 60 80 100
10 30 50 70 90
H

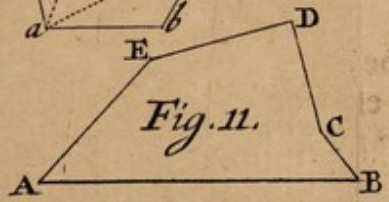


Fig. 11.
D
E
C
A
B

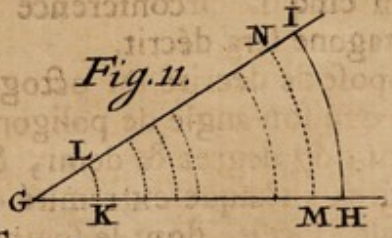


Fig. 11.
N
I
L
G
K
M H

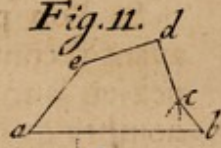


Fig. 11.
d
e
c
a
b

D
C
Fig. 12
A
B

d
c
a
b

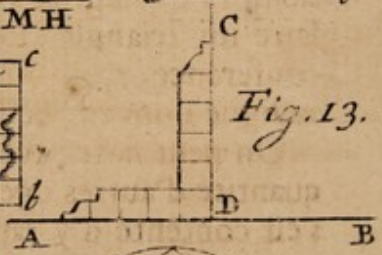


Fig. 13.
C
D
A
B

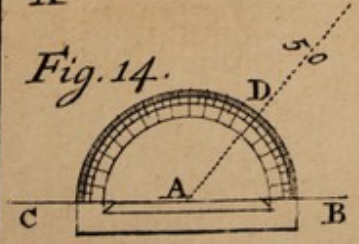


Fig. 14.
D
A
C
B

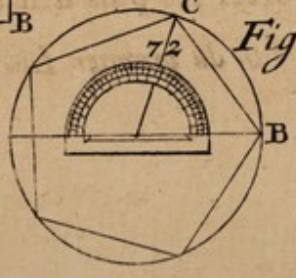


Fig. 15
C
72
B

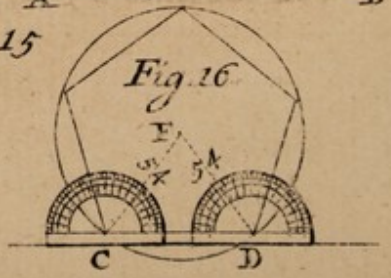


Fig. 16
E
C
D

DE LA CONSTRUCTION ET DES USAGES DU COMPAS DE PROPORTION.

LIVRE SECOND.

CHAPITRE PREMIER.

De la Conſtruction du Compas de proportion.

LE Compas de proportion eſt un Inſtrument de Mathematique, ainſi nommé, parce qu'il ſert à connoître les proportions entre les quantitez de même eſpece, comme entre une ligne & une autre ligne, entre une ſurface & une autre ſurface, entre un ſolide & un autre ſolide, &c. *VII. Planche.*

Il eſt fait de deux Regles égales de cuivre, d'argent ou d'autre matiere ſolide, jointes enſemble par un clou & une charniere, tellement travaillée, que le mouvement en ſoit égal & uniforme; ce qui ſe fait en fendant avec une ſcie la regle où eſt la tête, environ un pouce de long, pour y ajuſter une lame de laiton qu'on rive fortement par le moyen du clou. On arrondit enſuite la tête, en limant tout ce qui déborde; en ſorte que le ſimple & la tête ſoient à l'uni l'un de l'autre. Il s'agit preſentement de trouver le centre du clou. Il faut pour cela mettre une pointe de compas au bas de la lame qui ſert de charniere; puis marquer quatre ſections avec l'autre pointe du compas au milieu du clou en tournant le ſimple de la charniere à quatre côtez oppoſez. Le point du milieu ſera le centre du clou, & par conſequent celuy du compas de proportion. On tire enſuite une ligne du centre au long de la regle, pour limer juſte l'excedent, & dreſſer bien

droite ladite regle, & c'eſt ainſi qu'on met le compas de proportion au centre ; l'autre regle étant auſſi dreſſée en dedans, & fenduë pour recevoir le ſimple de la charniere, on creuſe le bout en demi cercle concave, de maniere qu'il joigne bien autour de la tête, puis on rive le ſimple à cette regle avec trois ou quatre petits clous, afin que ces deux regles, que l'on nomme les jambes du compas de proportion, ſe puiſſent ouvrir & fermer facilement, & reſter à telle ouverture que l'on peut en avoir beſoin pour mettre les uſages en pratique. Mais il faut avoir bien ſoin, en le conſtruiſant, que les jambes ſoient limées bien plates, & ne faſſent pas ce qu'on appelle l'aîle de moulin. Il faut auſſi prendre garde que le compas ſoit bien au centre, c'eſt-à-dire qu'étant ouvert entierement, il ne faſſe qu'une ligne droite en dedans comme en dehors, & que les jambes ſoient bien égales d'épaiſſeur & de largeur ; en un mot qu'il ſoit bien droit en tous ſens. La longueur & largeur deſdites regles n'eſt pas déterminée, mais on donne pour l'ordinaire ſix pouces de long, ſix à ſept lignes de large, & environ deux lignes d'épaiſſeur à chaque jambe des compas de proportion que l'on deſtine pour travailler dans le cabinet. On en fait de plus petits, pour être commodément portez dans la poche, comme auſſi de plus grands, pour travailler ſur le terrain, dont on proportionne la largeur & épaiſſeur.

On a coutume d'y tracer ſix ſortes de lignes ; ſçavoir la ligne des parties égales, celle des plans & celle des poligones d'un côté ; la ligne des cordes, celle des ſolides & celle des metaux de l'autre côté des jambes dudit compas, en la maniere que nous allons expliquer.

On met encore ordinairement ſur le bord du compas de proportion d'un côté un ligne diviſée, qui ſert à connoître le calibre des canons, & de l'autre côté une ligne qui ſert à connoître le diametre, & le poids des boulets de fer, depuis un quart juſqu'à ſoixante-quatre livres, dont nous donnerons la conſtruction & les uſages, en parlant des inſtrumens pour l'artillerie.

SECTION I.

De la ligne des parties égales.

CEtte ligne eſt ainſi nommée, parce qu'elle eſt diviſée en parties égales, dont le nombre eſt ordinairement 200, lorſqu'elle eſt de ſix pouces de long.

VI. planche. Fig. 1. Ayant tiré ſur une des ſurfaces de chaque jambe les lignes égales A B depuis le point A, qui eſt le centre de la charniere du compas, & par conſequent le centre de ſon mouvement, qui a été trouvé de

de la maniere que nous avons dit ci-devant, excepté qu'on fait les ſections ſur la tête, en poſant le compas au bout de la branche du ſimple ; pour la conſtruire, diviſez premierment les lignes AB en deux parties égales, qui ſeront par conſequent de 100 parties chacune. Diviſez encore chacune de ces deux parties égales en deux autres, dont chacune ſera de 50. Diviſez enſuite chacune de ces parties en cinq, dont chacune vaudra dix, & chacune de ces nouvelles parties en deux ; & enfin chacune de ces dernieres en cinq parties égales : & par ce moyen leſdites lignes ſe trouveront diviſées en deux cens parties égales, que vous diſtinguerez de cinq en cinq par des petites lignes, & y mettrez les chifres de dix en dix ſeulement, en commençant du centre A, juſqu'à l'autre extremité, où vous mettrez le nombre 200.

Comme les deux autres lignes, qui ſont à tracer ſur les mêmes ſurfaces de chaque jambe, doivent toutes aboutir au même centre A, il faut que l'extremité B de la ligne des parties égales, ſoit tirée le plus près que l'on poura des bords exterieurs de chaque jambe, afin d'avoir place pour tirer la ligne des plans au milieu de la largeur deſdites jambes, & la ligne des polygones vers leurs bords interieurs ; mais il faut bien prendre garde, en tirant ces lignes, que chacune des correſpondantes ſoit également diſtante des bords interieurs de chaque jambe : le tout, comme il eſt aiſé de voir en la planche ſixiéme.

SECTION II.

De la ligne des Plans.

CEtte ligne eſt ainſi nommée, parce qu'elle comprend les côtez homologues d'un certain nombre de plans ſemblables, multiples du plus petit, commençant par le centre A, c'eſt-à-dire, dont les ſurfaces contiennent deux fois, trois fois, quatre fois, &c. celle du plus petit plan depuis l'unité, ſuivant l'ordre naturel des nombres, juſqu'à ſoixante-quatre, qui eſt ordinairement le plus grand terme des diviſions, que l'on marque ſur ladite ligne marquée AD. Même Figure.

La diviſion de cette ligne ſe peut faire en deux manieres fondées ſur la vingtiéme propoſition du ſixiéme livre d'Euclide, qui démontre que les plans ſemblables ſont entr'eux comme les quarrez de leurs côtez homologues.

La premiere maniere ſe fait à l'aide des nombres, & la ſeconde maniere ſans nombres, comme nous allons l'expliquer.

Ayant tiré la ligne AC depuis le centre A juſqu'aux extremitez

C des jambes du compas de proportion, diviſez-la premierement en huit parties égales, dont la premiere du côté du centre A, qui repreſente le côté du plus petit plan, n'a pas beſoin d'être tracée. La ſeconde, qui eſt double de la premiere, eſt le côté d'un plan quatre fois plus grand que le premier petit plan, parce que le quarré de deux eſt quatre.

La troiſiéme diviſion, qui contient trois fois la premiere, eſt le côté d'un plan neuf fois plus grand que le premier, parce que le quarré de trois eſt neuf.

La quatriéme diviſion, qui contient quatre fois la premiere, qui par conſequent eſt la moitié de toute ladite ligne, eſt le côté d'un plan ſeize fois plus grand que le premier, parce que le quarré de quatre eſt ſeize. Enfin, pour abreger, la huitiéme & derniere diviſion, qui contient huit fois le côté du petit plan, eſt le côté d'un plan ſemblable, ſoixante-quatre fois plus grand, parce que le quarré de huit eſt ſoixante-quatre.

Il y a un peu plus de façon à trouver les côtez homologues des plans doubles, triples, quintuples, &c. du plus petit plan. Suivant la premiere methode, qui ſe fait par les nombres, il faut avoir une échelle diviſée en mille parties égales, comme celle qui eſt repreſentée en la même planche, dont nous avons ci-devant donné la conſtruction en la page 15me.

VI. Planche. Figure 2. Ladite échelle doit être égale à la ligne entiere AC; & comme le côté du plus petit plan eſt la huitiéme partie de ladite ligne, il ſera par conſequent de 125, qui eſt la huitiéme partie de 1000. Enſuite, pour avoir en nombres le côté d'un plan double du plus petit, il faut chercher la racine quarrée d'un nombre double du quarré de 125. Ce quarré eſt 15625, le double eſt 31250, & la racine quarrée de ce nombre, qui eſt environ 177, eſt le côté d'un plan double du plus petit plan, dont le côté a été ſuppoſé de 125. De même pour avoir le côté d'un plan qui contienne trois fois le premier, il faut chercher la racine d'un nombre qui contienne trois fois le quarré de 125. Ce nombre eſt 46875, & ſa racine qui eſt environ 216, eſt le côté d'un plan triple du plus petit, & ainſi des autres. C'eſt pourquoi en portant depuis le centre A ſur la ligne des plans, 177 parties de ladite échelle, on aura la longueur du côté d'un plan double du plus petit. Portant enſuite 216 parties de la même échelle depuis ledit centre A, on aura la longueur du côté d'un plan qui contiendra trois fois ce plus petit plan.

C'eſt par ce moyen que l'on a calculé la table ſuivante, qui marque

que le nombre des parties égales que contiennent les côtez homologues de tous les plans ſemblables, doubles, triples, quadruples, &c. d'un plan dont le côté eſt 125 juſqu'au 64 plan, c'eſt-à-dire, qui le contient ſoixante-quatre fois, & dont le côté eſt de mille parties.

Table pour la ligne des Plans.

1	125	17	515	33	718	49	875
2	177	18	530	34	729	50	884
3	216	19	545	35	739	51	892
4	250	20	559	36	750	52	901
5	279	21	573	37	760	53	910
6	306	22	586	38	770	54	918
7	330	23	599	39	780	55	927
8	353	24	612	40	790	56	935
9	375	25	625	41	800	57	944
10	395	26	637	42	810	58	952
11	414	27	650	43	819	59	960
12	433	28	661	44	829	60	968
13	450	29	673	45	839	61	976
14	467	30	684	46	848	62	984
15	484	31	696	47	857	63	992
16	500	32	707	48	866	64	1000

Chacun des dix eſpaces que contient la regle de 1000 parties, en vaut cent, & chacune des ſubdiviſions de la ligne AB en vaut dix. C'eſt pourquoi ſi l'on veut s'en ſervir pour diviſer quelqu'une des lignes du compas de proportion, comme, par exemple, la ligne des plans, on choiſira ſur l'échelle la ligne marquée du nombre des centaines, & ce qui ſurpaſſera, ſe doit prendre dans l'eſpace entre les lignes A B, comme ſi par exemple on veut marquer le premier plan, auquel répond le nombre 125, on portera le compas commun ſur la cinquiéme ligne de l'eſpace qui eſt marqué 100, & on l'ouvrira de la diſtance O P. De la même façon, ſi on veut marquer le 50 plan auquel répond le nombre 884, à cauſe des 800 on prendra le huitiéme eſpace de la regle où eſt marqué 800, & à cauſe des 84, on prendra dans l'eſpace AB l'interſection de la huitiéme tranſverſale & de la quatriéme parallele qui ſera la diſtance N L.

On peut encore diviſer la ligne des plans ſans calcul en la manie-
Fig. 5. re ſuivante, fondée ſur la 47 propoſition du 1 livre d'Euclide. Faites le triangle iſocele rectangle KMN, dont le côté KM ou KN ſoit égal au côté du plus petit plan, l'hypotenuſe MN ſera le côté d'un plan ſemblable double du premier : c'eſt pourquoi ayant porté avec le compas commun l'intervale MN ſur le côté KL prolongé autant qu'il en ſera beſoin depuis K juſqu'en 2, la longueur K 2 ſera le côté d'un plan double du plus petit. Portez de même l'intervale M 2 depuis K juſqu'en 3, la ligne K 3 ſera le côté d'un plan triple du premier. Portez enſuite l'intervale M 3 depuis K juſqu'en 4, la ligne K 4, qui doit être double de KM, ſera le côté d'un plan quatre fois plus grand, c'eſt à-dire, qui contiendra quatre fois le petit plan, & ainſi de ſuite, comme on voit en ladite figure 5.

SECTION III.

De la ligne des Polygones.

CEtte ligne eſt ainſi nommée, parce qu'elle comprend les côtez homologues des dix premiers polygones reguliers inſcrits dans un même cercle, c'eſt-à-dire, depuis le triangle équilateral juſqu'au dodecagone.

Le côté du triangle étant le plus grand de tous, doit être de la longueur de chaque jambe du compas de proportion; & comme les côtez des autres polygones reguliers inſcrits dans le même cercle, diminuent à meſure qu'ils ont plus de côtez, celui du dodecagone eſt le plus petit, & par conſequent doit être plus proche du centre dudit compas.

Suppoſant donc le côté du triangle de mille parties, il faut trouver la longueur des côtez de chacun des autres polygones; & comme les côtez des polygones reguliers inſcrits dans un même cercle, ſont en même proportion que les cordes ou ſous-tendantes des angles du centre de chacun de ces polygones, il eſt à propos de rapporter ici le moyen de connoître ces angles.

Pour cet effet, il faut diviſer le nombre de 360 degrez que contient la circonference entiere du cercle, par le nombre des côtez de chaque polygone, le quotien de la diviſion marquera le nombre de degrez que contient l'angle du centre.

Si, par exemple, on veut avoir l'angle du centre d'un exagone ou figure de ſix côtez; en diviſant 360 par ſix, le quotien ſera 60: ce qui ſignifie que l'angle du centre de l'exagone eſt de 60 degrez. Si pareillement on veut avoir l'angle du centre d'un pentagone

tagone, ou figure de cinq côtez, en diviſant 360 par cinq, le quotien ſera 72 : ce qui marque que l'angle du centre d'un pentagone, eſt de 72 degrez, & ainſi des autres.

L'angle du centre étant connu, ſi on le ſouſtrait de 180 degrez, reſtera l'angle du polygone. Comme, par exemple, l'angle du centre d'un pentagone étant de 72 degrez, l'angle de la circonference dudit pentagone eſt de 108 degrez, & ainſi des autres, comme il ſe voit dans la table ſuivante.

Polygones reguliers.	*Angles du centre.*	*Angles à la circonference.*
Triangle.	120. d.	60. d.
Quarré.	90.	90.
Pentagone.	72.	108.
Exagone.	60.	120.
Eptagone.	51. 26. m.	128. 34.
Octogone.	45.	135.
Enneagone.	40.	140.
Decagone.	36.	144.
Endecagone.	32. 44.	147. 16.
Dodecagone.	30.	150.

Pour trouver en nombre les côtez deſdits polygones reguliers inſcriptibles dans un même cercle, ayant ſuppoſé celui du triangle équilateral de mille parties égales, au lieu des cordes ou ſouſtendantes des angles du centre, on peut prendre les moitiez des mêmes cordes, qui ſont les ſinus de la moitié des angles de leurs centres, & faire l'analogie ſuivante.

Pour trouver, par exemple, le côté du quarré.

Comme le ſinus de 60 degrez moitié de l'angle du centre du triangle équilateral, eſt au côté du même triangle ſuppoſé mille; ainſi le ſinus de 45 degrez, moitié de l'angle du centre du quarré, ſera au côté du même quarré, qui ſe trouvera par le calcul de 816.

C'eſt de cette maniere qu'a été conſtruite la table ſuivante des polygones.

Côté du Triangle équilateral marqué ſur le Compas de proportion par le nombre (3)		*Parties égales* 1000.
Du Quarré par le nombre	4	816.
Du Pentagone par le n.	5	678.
De l'Exagone par le n.	6	577.
De l'Eptagone par le n.	7	501.
De l'Octogone par le n.	8	442.
De l'Enneagone par le n.	9	395.
Du Decagone par le n.	10	357.
De l'Endecagone par le n.	11	325.
Du Dodecagone par le n.	12	299.

Nous avons negligé les fractions reſtées apres le calcul en cette table comme en toutes les autres, parce que n'étant que des milliémes parties, elles ne ſont pas conſiderables.

Ceux qui ne voudront pas marquer le triangle équilateral ſur le compas de proportion, à cauſe de la facilité qu'il y a de le tracer, & qui par conſequent commenceront par le quarré, ſe ſerviront de la table ſuivante, où ſon côté eſt ſuppoſé de 1000 parties.

Autre Table des Polygones.	*Parties.*
Quarré,	1000.
Pentagone,	831.
Exagone,	707.
Eptagone,	613.
Octogone,	540.
Enneagone,	484.
Decagone,	437.
Endecagone,	398.
Dodecagone,	366.

De la VI. Planche. Fig. 1. Pour marquer ſur le compas de proportion la ligne des polygones, on ſe ſervira de la même échelle de mille parties égales, qui a ſervi pour y tracer la ligne des plans; & l'on portera du centre A ſur la ligne A D de part & d'autre, le nombre des parties marquées dans la table, pour y graver les chifres 3, 4, 5, &c. qui ſignifient le nombre des côtez des polygones reguliers.

SEC-

SECTION IV.

De la ligne des Cordes.

CEtte ligne eſt ainſi nommée, parce qu'elle comprend les cordes de tous les degrez du demi cercle, qui a pour diametre la longueur de cette ligne, laquelle ſe marque ſur l'autre ſurface de chaque jambe du compas de proportion, depuis le point A, qui eſt le centre de ſa charniere juſqu'à l'extremité F de chaque regle, de telle ſorte que les deux lignes AF ſoient parfaitement égales, & équi-diſtantes des bords interieurs. *VI. Planche.* Fig. 4.

Il eſt à remarquer que la ligne des cordes doit être directement tracée au-deſſous de celle des parties égales, à cauſe de quelques operations qui demandent de la correſpondance entre ces deux lignes.

Il eſt auſſi à propos que la ligne des ſolides ſoit tracée ſous celle des plans, & celle des metaux ſous celle des Polygones.

Pour la diviſion de cette ligne décrivez un demi cercle qui ait pour diametre la longueur de ladite ligne AF, diviſez-le en 180 degrez; portez enſuite la longueur des cordes de tous ces degrez, en les comptant de l'une des extremitez du diametre du demi cercle, ſur leſdites jambes du compas, & marquez ſur chacune autant de points qui repreſenteront les degrez du demi cercle que vous diſtinguerez par de petites lignes de cinq en cinq, & par des chifres de 10 en 10, en commençant depuis le point A, centre de la charniere dudit compas de proportion, juſqu'à F. Fig. 3.

Ces mêmes degrez ſe peuvent encore marquer ſur la ligne des cordes par le moyen des nombres, en ſuppoſant le demi diametre du cercle ou la corde de 180 degrez de 1000 parties égales. Ces nombres ſe trouvent tous calculez dans les tables ordinaires des ſinus; car au lieu des cordes, il n'y a qu'à prendre leurs moitiez, qui ſont les ſinus de la moitié des arcs. Ainſi, par exemple, au lieu de la corde de dix degrez, il faut prendre le ſinus de cinq degrez; & comme le calcul en eſt fait pour un raïon de 100000, il faut retrancher les deux derniers chifres, comme il ſe voit dans la table ci-deſſous, où ſont marquées les cordes de tous les degrez. Cette diviſion ſe fait avec l'échelle de 1000 parties.

Table pour la ligne des cordes.

D.	Cord.	D.	Cord.	D.	Cord.	D.	Cord.	D.	Cord.	D.	Cord.
1	8	31	267	61	507	91	713	121	870	151	968
2	17	32	275	62	515	92	719	122	874	152	970
3	26	33	284	63	522	93	725	123	879	153	972
4	35	34	292	64	530	94	731	124	883	154	974
5	43	35	300	65	537	95	737	125	887	155	976
6	52	36	309	66	544	96	743	126	891	156	978
7	61	37	317	67	552	97	749	127	895	157	980
8	70	38	325	68	559	98	754	128	899	158	981
9	78	39	334	69	566	99	760	129	902	159	983
10	87	40	342	70	573	100	766	130	906	160	985
11	96	41	350	71	580	101	771	131	910	161	986
12	104	42	358	72	588	102	777	132	913	162	987
13	113	43	366	73	595	103	782	133	917	163	989
14	122	44	374	74	602	104	788	134	920	164	990
15	130	45	382	75	609	105	793	135	924	165	991
16	139	46	390	76	615	106	798	136	927	166	992
17	145	47	399	77	622	107	804	137	930	167	993
18	156	48	406	78	629	108	809	138	933	168	994
19	165	49	414	79	636	109	814	139	936	169	995
20	173	50	422	80	643	110	819	140	939	170	996
21	182	51	430	81	649	111	824	141	941	171	997
22	191	52	438	82	656	112	829	142	945	172	997
23	199	53	446	83	662	113	834	143	948	173	998
24	208	54	454	84	669	114	838	144	951	174	998
25	216	55	462	85	675	115	843	145	954	175	999
26	225	56	469	86	682	116	848	146	956	176	999
27	233	57	477	87	688	117	852	147	959	177	999
28	242	58	485	88	694	118	857	148	961	178	1000
29	250	59	492	89	701	119	861	149	963	179	1000
30	259	60	500	90	707	120	866	150	966	180	1000

SECTION V.

De la ligne des Solides.

CEtte ligne eſt ainſi nommée, parce qu'elle comprend les côtez homologues d'un certain nombre de ſolides ſemblables, mul-

multiples du plus petit, depuis l'unité, ſuivant l'ordre naturel des nombres, juſqu'à 64, qui eſt ordinairement le plus grand terme des diviſions de cette ligne, marquée A H proche la ligne des cordes. *Planche VI.* Fig. 4.

Pour en faire la diviſion, on ſe ſert de l'échelle de 1000 parties, & l'on ſuppoſe le côté du 64^me^ & plus grand ſolide, de 1000 parties égales; & comme la racine cubique de 64 eſt 4, & que celle d'un eſt 1, il s'enſuit que le côté du 64 ſolide contient quatre fois le côté du premier & plus petit ſolide, lequel par conſequent doit être de 250, puiſque les ſolides ſemblables ſont entr'eux, comme les cubes de leurs côtez homologues.

Le nombre 500, double de 250, doit être le côté du huitiéme ſolide, c'eſt-à-dire, d'un ſolide huit fois plus grand que le premier, parce que le cube de 2, qui eſt 8, contient huit fois le cube de l'unité.

Pareillement le nombre 750, triple de 250 eſt le côté du vingt-ſeptiéme ſolide, parce que le cube de 3, qui eſt 27, contient vingt-ſept fois le cube d'un.

Il y a un peu plus de calcul à faire pour trouver les côtez des ſolides doubles, triples, quadruples, &c. du premier, leſquels ne peuvent pas même s'exprimer exactement par nombres, parce que leurs racines ſont incommenſurables; on peut néanmoins en approcher ſuffiſamment pour l'uſage, par la methode ſuivante.

Pour trouver, par exemple, le nombre qui exprime le côté d'un ſolide double du premier & plus petit, il faut cuber ſon côté 250, le cube eſt 15625000. Enſuite il faut doubler ce nombre, & en tirer la racine cubique, qui ſe trouvera à peu près 315, & qui ſera le côté d'un ſolide double. Pour avoir le côté d'un ſolide triple du premier, il faut tripler ce même nombre, & en tirer la racine cubique, qui ſe trouvera 360, & ainſi du reſte; le tout ſuivant qu'il eſt marqué en la table ci-jointe.

Table pour la ligne des Solides.

1	250	17	643	33	802	49	914
2	315	18	655	34	810	50	921
3	360	19	667	35	818	51	927
4	397	20	678	36	825	52	933
5	427	21	689	37	833	53	939
6	454	22	700	38	840	54	945
7	478	23	711	39	848	55	951
8	500	24	721	40	855	56	956
9	520	25	731	41	862	57	962
10	538	26	740	42	869	58	967
11	556	27	750	43	876	59	973
12	572	28	759	44	882	60	978
13	588	29	768	45	889	61	984
14	602	30	777	46	896	62	989
15	616	31	785	47	902	63	995
16	630	32	794	48	908	64	1000

Les côtez de tous ces ſolides étant ainſi trouvez en nombre, on les marquera ſur ladite ligne des ſolides, en y portant depuis le centre A les parties qu'ils contiennnent, priſes ſur l'échelle de 1000 parties.

SECTION VI.

De la ligne des Métaux.

CEtte ligne eſt ainſi nommée, parce qu'elle ſert à connoître la proportion qu'ont entr'eux les ſix métaux, dont on peut faire des ſolides.

Planche VI. Fig. 4. Elle ſe marque ſur les jambes du compas de proportion à côté de la ligne des ſolides, & les métaux y ſont figurez par les caracteres ci joints, qui leur ont été appropriez par les Chimiſtes & naturaliſtes.

La diviſion de cette ligne eſt fondée ſur les experiences qui ont été faites des differentes peſanteurs de maſſes égales de chacun de ces métaux, d'où l'on a calculé leurs proportions, comme on les voit marquées en la table ci-après.

Ta-

Table pour la ligne des Métaux.

Or	☉	730.
Plomb	♄	863.
Argent	☽	895.
Cuivre	♀	937.
Fer	♂	974.
Eſtain	♃	1000.

Avertiſſement.

Le moins peſant de tous ces métaux, qui eſt l'étain, ſera marqué au bout de chaque jambe, comme ici AG, figure 4. à une diſtance de centre qui égale la longueur de toute l'échelle de 1000 parties, & les autres métaux plus proches dudit centre, chacun ſuivant les nombres qui leur conviennent, pris ſur la même échelle. *De la V. Planche. Fig. 4.*

Comme la plûpart des ſuſdites lignes marquées ſur le compas de proportion, ſe diviſent par le moyen d'une échelle de 1000 parties égales, il faut qu'elles ſoient toutes parfaitement égales entr'elles & à ladite échelle; c'eſt pourquoi, comme elles aboutiſſent toutes d'une part au même point, qui eſt le centre de la charniere, il faut qu'elles ſoient toutes terminées de l'autre part, par un arc ſur chaque face des regles qui forment ledit compas.

Il n'eſt pas toûjours neceſſaire de diviſer les compas de proportion par les methodes que nous venons de donner; car pour abreger le temps, on diſpoſe une regle de la longueur, largeur & épaiſſeur des compas de proportion, & on y trace les mêmes lignes, que l'on diviſe très-exactement, ſuivant les regles que nous venons d'expliquer; puis on tranſporte avec un compas à coulice les mêmes diviſions ſur les compas de proportion, après y avoir tracé les lignes pour les contenir.

Nous avons dit qu'il ſe fait des compas de proportion de differentes grandeurs, mais les plus en uſage ſont ceux qui ſe mettent dans les étuis de Mathematique, de ſix pouces de long, d'autres que l'on met auſſi dans des étuis de quatre pouces, & d'autres qui n'ont que trois pouces de long, que l'on nomme étuis de poche. On voit à peu près la figure de ces ſortes d'étuis dans la planche ſixiéme. Il s'en fait auſſi qui ont neuf à dix pouces de longueur, où l'on met ordinairement des pinulles, & un genouil au compas de proportion, pour ſervir en campagne à lever les plans, & meſurer les diſtances & prendre les hauteurs; mais les demi cercles ou cercles entiers ſont plus commodes pour ces ſortes d'operations.

SECTION VII.

Contenant les preuves des diviſions des ſix lignes que l'on marque ordinarement ſur le Compas de proportion.

Preuve de la ligne des parties égales.

LA diviſion de cette ligne eſt ſi facile, qu'elle n'a beſoin d'aucune autre preuve, que celle d'examiner avec un compas commun ſi les deux lignes correſpondantes, tracées ſur les jambes du compas de proportion, ſont bien égales & diviſées également : ce que l'on connoîtra, en prenant avec un compas ordinaire, dont les pointes ſoient fines & déliées, tel nombre que l'on voudra de ces parties égales, commençant par où l'on jugera à propos. Car ſi cette ligne des parties égales eſt bien diviſée, en portant ſur ladite ligne l'ouverture du compas ainſi ouvert, ſes deux pointes comprendront toûjours le même nombre de parties égales ſur une jambe ou ſur l'autre en comptant du centre, ou de tel point de diviſion que l'on voudra.

Preuve de la ligne des Cordes.

LA methode ci-devant expliquée ne peut pas ſervir à connoître ſi la ligne des cordes eſt bien diviſée, parce que ces diviſions ne ſont pas égales : la corde de 10 degrez, par exemple, étant plus de la moitié de celle de 20, pareillement la corde de 20 degrez eſt plus de la moitie de celle de 40, & ainſi de ſuite : de telle ſorte que les diviſions ſont plus grandes vers le centre du compas que vers les extremitez de ſes jambes : ce qui provient de la nature du cercle.

Mais comme nous avons rapporté deux methodes pour diviſer la ligne des cordes, l'une par le ſecours des nombres, & l'autre par l'étenduë des cordes ou ſous-tendantes des arcs, une de ces methode peut ſervir de preuve à l'autre.

En voici cependant encore une autre, qui n'eſt point à negliger. Choiſiſſez à volonté ſur la ligne des cordes deux nombres également éloignez, de 120 degrez comme, par exemple, 110 & 130 qui en ſont éloignez chacun de 10 degrez, le premier par défaut, & le ſecond par excez. Prenez avec un compas commun la diſtance de ces deux nombres 110 & 130, laquelle doit être égale a la corde de 10 degrez, ou à la diſtance du point marqué 10 ſur la ligne des cordes au centre du compas de proportion.

On connoîtra par le même moyen, que la diſtance entre 100 & 140 degrez eſt égale à la corde de 20 degrez ; que pareillement la diſtan-

diſtance entre 90 & 150 eſt égale à la corde de 30, qui eſt le nombre dont 120 ſurpaſſe 90, & dont il eſt ſurpaſſé par 150 & ainſi des autres comme il eſt aiſé de remarquer par la table des cordes cidevant marquée, où l'on voit, par exemple, que le nombre 44, qui eſt la corde de 5 degrez, eſt la difference entre 843, qui eſt la corde de 115 degrez; & 887, qui eſt la corde de 125, que pareillement 87, corde de 10 degrez eſt la difference entre la corde de 110 & celle de 130, &c. leſquelles ſont également éloignées de 120 degrez.

Preuve de la ligne des Polygones.

ON connoîtra ſi cette ligne eſt bien diviſée par le moyen de la ligne des cordes en la maniere ſuivante.

Prenez avec un compas commun ſur la ligne des Polygones la diſtance du centre du compas de proportion juſqu'au point 6, qui marque l'exagone. Puis ayant ouvert le compas de proportion, portez cette diſtance ſur la ligne des cordes, mettant chaque pointe dudit compas commun ſur les points correſpondans de 60 à 60, qui marque l'angle du centre de l'exagone.

Le compas de proportion demeurant ainſi ouvert, prenez avec le compas ordinaire ſur chaque ligne des cordes la diſtance des deux points marquez 72, & la portez ſur la ligne des Polygones, mettant une pointe au centre de la charniere du compas de proportion; l'autre pointe doit rencontrer le point marqué 5, qui apartient au pentagone, dont l'angle du centre eſt de 72 degrez.

Prenant de même ſur la ligne des cordes la diſtance des deux points marquez 90, & la portant ſur la ligne des Polygones, l'ouverture du compas commun y rencontrera le point marqué 3, qui appartient au quarré, dont l'angle du centre eſt de 90 degrez, & ainſi de tous les autres.

Preuve de la ligne des Plans.

COmme nous avons rapporté deux methodes pour diviſer la ligne des plans, l'une peut ſervir de preuve à l'autre; mais on peut encore facilement reconnoître ſi la diviſion eſt bien faite par la maniere ſuivante. Prenez avec un compas ordinaire la diſtance de quelque point que ce ſoit de cette ligne juſqu'au centre de la charniere du compas de proportion, & portez cette diſtance depuis le même point de diviſion de l'autre côté de la même ligne des plans, la pointe du compas rencontrera un nombre de plan quatre fois plus grand que celui qui a été pris vers le centre; & ſi l'on tourne encore

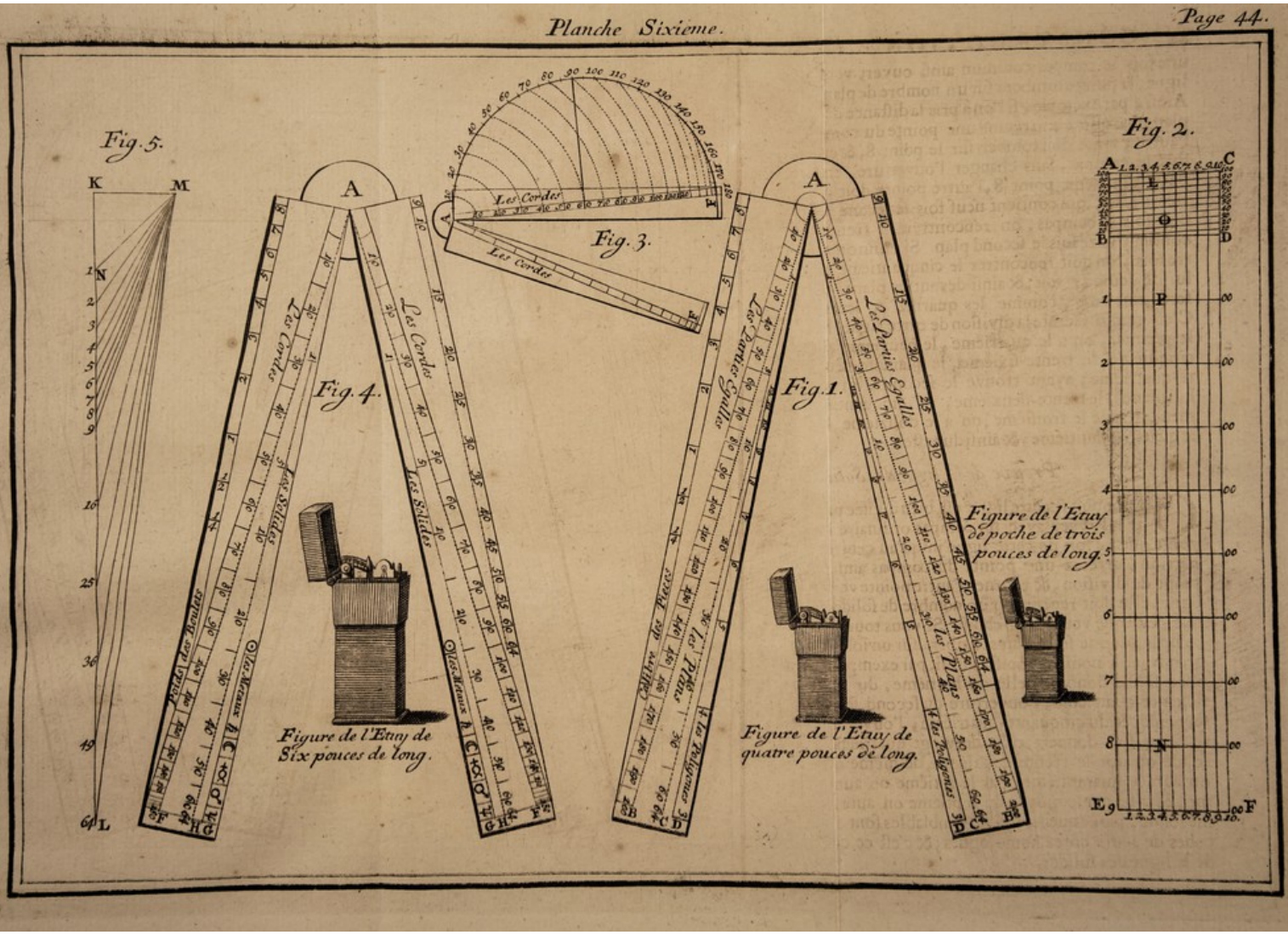
une fois le compas commun ainſi ouvert vers l'extremité de ladite ligne, la pointe tombera ſur un nombre de plan neuf fois plus grand. Ainſi, par exemple, ſi l'on a pris la diſtance depuis le centre juſqu'au plan marqué 2, arrêtant une pointe du compas ſur ledit point 2, l'autre pointe doit tomber ſur le point 8, & en tournant encore une fois le compas, ſans changer l'ouverture, en arrêtant une de ſes pointes ſur ledit point 8, l'autre pointe doit rencontrer le dix-huitiéme plan, qui contient neuf fois le ſecond plan; tournant encore une fois le compas, on rencontrera le trente deuxiéme plan, qui contient ſeize fois le ſecond plan. Si enfin on tourne encore une autre fois, on doit rencontrer le cinquantiéme plan, qui contient celui de deux 25 fois, & ainſi des autres plans ſemblables, parce qu'ils ſont entr'eux, comme les quarrez de leurs côtez homologues. C'eſt ce qui facilite la diviſion de cette ligne des plans, puiſqu'ayant le premier, on a le quatriéme, le neuviéme, le ſeiziéme, le vingt-cinquiéme, le trente-ſixiéme, le quarante-neuviéme, & le ſoixante-quatriéme; ayant trouvé le ſecond, on a le huitiéme, le dix-huitiéme, le trente-deuxiéme, & cinquantiéme; ayant pareillement trouvé le troiſiéme, on a le douziéme, le vingt-ſeptiéme, & le quarante-huitiéme; & ainſi du reſte.

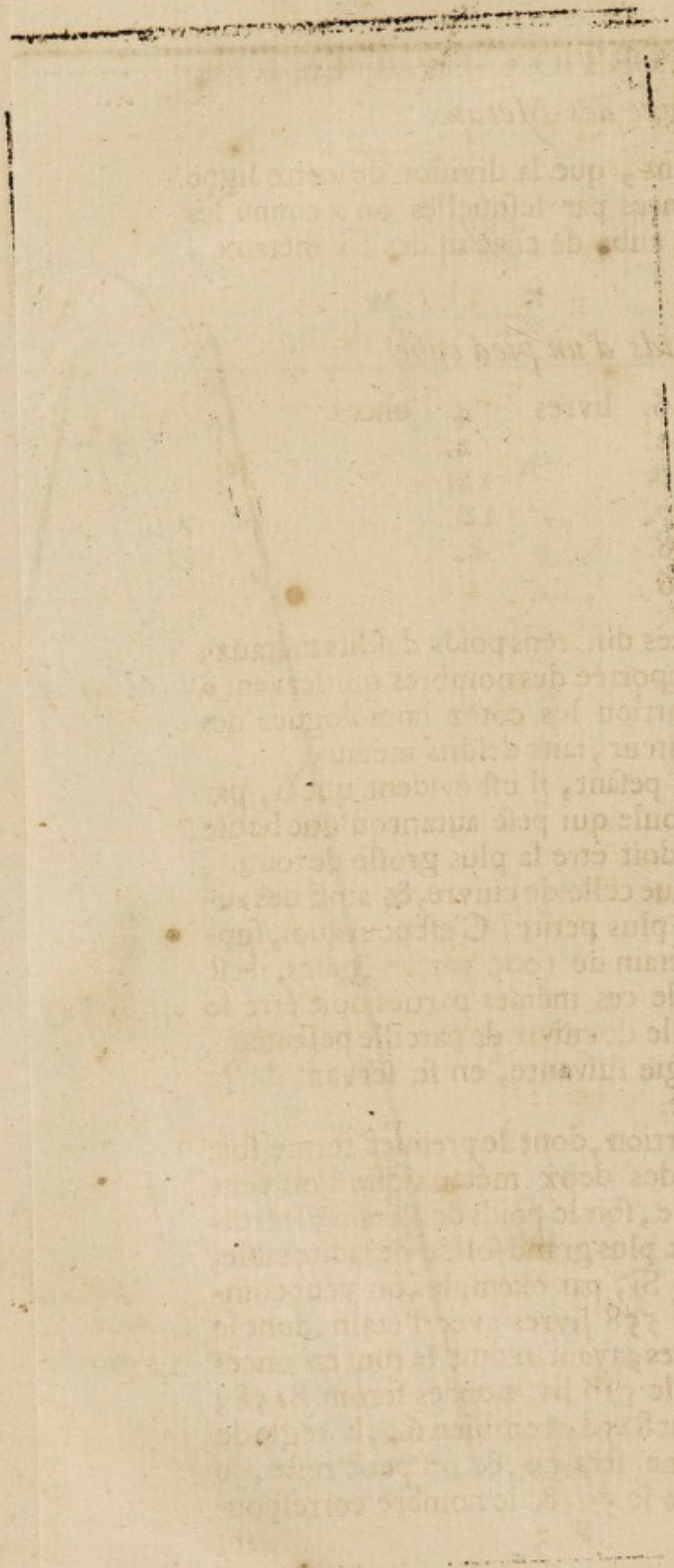
Preuve de la ligne des Solides.

ON connoît ſi cette ligne eſt bien diviſée par la methode ſuivante. Prenez avec un compas ordinaire la diſtance de quelque point que ce ſoit de cette ligne juſqu'au centre du compas de proportion; arrêtez une pointe du compas ainſi ouvert ſur le même point de diviſion, & tournez l'autre pointe vers l'extremité de ladite ligne, elle doit rencontrer un nombre de ſolides huit fois plus grand que celui que vous aurez choiſi. Si vous tournez encore une fois le compas, une de ſes pointes tombera ſur un ſolide vingt-ſept fois plus grand que le nombre choiſi. Ainſi, par exemple, l'ouverture du premier ſolide donnera celle du huitiéme, du vingt-ſeptiéme, & du ſoixante-quatriéme; l'ouverture du ſecond ſolide donnera celle du ſeiziéme, & du cinquante-quatriéme; l'ouverture du troiſiéme priſe deux fois donnera celle du vingt quatriéme. Par le quatriéme ſolide on aura le trente-deuxiéme, de même que par le cinquiéme on aura le quarantiéme; par le ſixiéme on aura le quarante-huitiéme, & enfin par le moyen du ſeptiéme on aura le cinquante-ſixiéme ſolide, parce que les ſolides ſemblables ſont entr'eux, comme les cubes de leurs côtez homologues; & c'eſt ce qui facilite la diviſion de la ligne des ſolides.

Preu-

Planche Sixieme.





Preuve de la ligne des Métaux.

NOus avons déja dit ci-devant, que la diviſion de cette ligne eſt fondée ſur les experiences par leſquelles on a connu les differentes peſanteurs d'un pied cube de chacun des ſix métaux, comme ils ſont ici marquez.

Mètaux.	*Poids d'un pied cube.*		
Or.	1326. livres	4.	onces.
Plomb.	802.	2.	
Argent.	720.	12.	
Cuivre.	627.	12.	
Fer.	558.	0.	
Eſtain.	516.	2.	

Je vais ici rapporter comme de ces differens poids deſdits métaux, on a calculé la table ci-devant rapportée des nombres qui ſervent à marquer ſur le compas de proportion les côtez homologues des corps ſemblables, & d'égale peſanteur, faits deſdits métaux.

Or comme l'étain eſt le moins peſant, il eſt évident que ſi, par exemple, on veut en faire une boule qui peſe autant qu'une boule de fer ou de cuivre, celle d'étain doit être la plus groſſe de toutes, & enſuite celle de fer plus groſſe que celle de cuivre, & ainſi des autres juſqu'à celle d'or qui ſeroit la plus petite. C'eſt pourquoi, ſuppoſant le diametre de la boule d'étain de 1000 parties égales, il eſt queſtion de trouver de combien de ces mêmes parties doit être le diametre de la boule de fer, ou de celle de cuivre de pareille peſanteur: ce qui ſe peut trouver par l'analogie ſuivante, en ſe ſervant de la table des ſolides ci-devant marquée.

Il faut faire une regle de proportion, dont le premier terme ſoit toûjours le poids du plus peſant des deux métaux que l'on veut comparer enſemble; le ſecond terme, ſoit le poids de l'étain; le troiſiéme ſoit le nombre 64, qui eſt le plus grand ſolide de ladite table, auquel convient le nombre 1000. Si, par exemple, on veut comparer le fer, dont le pied cube peſe 558 livres avec l'étain, dont le pied cube peſe 516 livres & 2 onces, ayant reduit le tout en onces les 558 liv. feront 8928 onces, & le 516 liv. 2 onces feront 8258; il faut donc dire: ſi 8928; donnent 8258, combien 64; la regle de trois étant faite, le quatriéme terme ſera 59, & un petit reſte, je cherche dans ladite table des ſolides le 59, & le nombre correſpon-

dant eſt 973, au lieu duquel je prends 974, à cauſe de la fraction reſtée. C'eſt pourquoi je dis que le diametre de la boule de fer devroit être de 974 parties égales à celles dont le diamettre de la boule d'étian eſt ſuppoſé. En faiſant de la même maniere quatre autres regles de trois, on connoîtra ſi les nombres marquez vis-à-vis des quatres autres métaux ſont bien calculez, & par conſequent ſi la ligne des métaux eſt bien diviſée.

CHAPITRE II.

Des Uſages du Compas de Proportion

NOus ne rapporterons ici que les Uſages qui ſont les plus propres à cet inſtrument, & qui ſe font mieux par ſon moyen que par aucun autre.

SECTION I.

Des Uſages de la ligne des parties égales.

USAGE I.

Diviſer une ligne donnée en tant de parties égales qu'on voudra; comme, par exemple, en ſept.

VII. Planche. Fig. 1. PRenez avec un compas ordinaire l'étenduë de toute la ligne propoſée, comme AB, & la portez ſur la ligne des parties égales à un nombre de part & d'autre, qui ſe ſe puiſſe facilement diviſer par 7, comme pourroit être en cet exemple 70, dont la ſeptiéme partie eſt 10, ou bien au nombre 140, dont la ſeptiéme partie eſt 20. Enſuite laiſſant le compas de proportion ainſi ouvert, reſſerrez le compas commun juſqu'à ce que les deux pointes rencontrent les deux nombres 10, ſi l'on s'eſt ſervi du nombre 70, ou bien les deux nombres 20, ſi l'on a pris 140 pour l'étenduë de toute la ligne, cette ouverture du compas marquée par la figure 2, ſera la ſeptiéme partie de la ligne propoſée.

Si la ligne propoſée à diviſer étoit trop longue pour être appliquée ſur les jambes du compas de proportion, portez en ſeulement une partie, comme la moitié ou le quart, que vous diviſerez, comme il vient d'être dit, en 7, le double ou quadruple de cette ſeptiéme partie diviſera en 7 la grande ligne propoſée.

USA-

USAGE II.

Etant données pluſieurs lignes droites qui ſont la circonference d'un polygone, l'une deſquelles ſoit eſtimée contenir autant de parties égales qu'on voudra, trouver combien de ces mêmes parties ſont contenuës en chacune des autres lignes.

PRenez avec un compas commun la longueur de la ligne dont la meſure eſt connuë, & la portez ſur la ligne des parties égales à l'ouverture du nombre qui exprime la meſure; le compas de proportion demeurant ainſi ouvert, tranſportez-y la longueur de chacune des autres lignes, les nombres de l'ouverture que chacune comprendra, marqueront leur veritable longueur. Que ſi quelqu'une deſdites lignes ne convient pas juſtement au même nombre de part & d'autre ſur la ligne des parties égales, mais que, par exemple, une des pointes du compas tombant ſur le nombre 29, l'autre tombe ſur le nombre 30, cette ligne contiendra 29 & demi.

USAGE III.

Etant donnée une ligne droite, & le nombre des parties égales qu'elle contient, en retrancher une moindre ligne contenant tel nombre de ces parties que l'on voudra.

SOit pour exemple la ligne propoſée de 120 toiſes, dont on veut retrancher une ligne de 25. Prenez avec le compas commun la longueur de la ligne propoſée; ouvrez le compas de proportion de telle ſorte que cette longueur convienne de 120 à 120 marquez ſur les deux lignes des parties égales, & ledit compas de proportion demeurant ainſi ouvert, prenez ſur la même ligne la diſtance de 25 à 25, que vous retrancherez de ladite ligne de 120 toiſes.

Par les trois uſages précedens il eſt aiſé de voir que la ligne des parties égales du compas de proportion peut très-commodément ſervir d'échelle pour toutes ſortes de plans, pourvû qu'on ſçache la quantité d'un de ſes côtez, & que l'on peut par ſon moyen les réduire de petit en grand, ou de grand en petit.

USAGE IV.

A deux lignes droites données trouver une troiſiéme proportionnelle, & à trois une quatriéme.

SI l'on ne propoſe que deux lignes, prenez avec un compas commun la longueur de la premiere, & la tranſportez ſur une des jambes du compas de proportion depuis le centre le long de la ligne

ligne des parties égales, pour en connoître la valeur, & du nombre où elle ſe terminera, ouvrez le compas de proportion, en ſorte que la longueur de la ſeconde ligne convienne à ſon ouverture ; ledit compas demeurant ainſi ouvert, portez la longueur de ladite ſeconde ligne ſur une des jambes depuis le centre, & remarquez le nombre des parties égales, où elle ſe termine, l'ouverture de ce nombre donnera la troiſiéme ligne proportionnelle requiſe.

De la VII. Planche. Fig. 3. Soit pour exemple la premiere ligne propoſée AB, de 40 parties égales, & la ſeconde CD, de 20. Portez la longueur des 20 parties égales à l'ouverture des 40 ; & le compas reſtant ainſi ouvert, prenez l'ouverture de 20 à 20, cette ouverture ſera la longueur de la troiſiéme ligne proportionnelle que l'on cherche ; & ſi vous la meſurez ſur la ligne des parties égales depuis le centre, elle en contiendra 10, car 40 ſont à 20, comme 20 ſont à 10.

Que ſi à trois lignes données vous cherchez une quatriéme proportionnelle, portez, comme nous venons de dire, la ſeconde à l'ouverture de la premiere ; & le compas de proportion demeurant ainſi ouvert, portez la troiſiéme ligne ſur une de ſes jambes depuis le centre ; l'ouverture du nombre où elle ſe terminera, donnera la quatriéme requiſe.

Fig. 3. Soit pour exemple la premiere de ces trois lignes de 60 parties égales, la ſeconde de 30, & la troiſiéme de 50 ; portez la longueur de 30 parties égales à l'ouverture de 60 ; & le compas demeurant ainſi ouvert, prenez l'ouverture 50, cette ouverture, qui contiendra 25, ſera la quatriéme proportionnelle, car 60 ſont à 30, comme 50 à 25.

USAGE V.

Diviſer une ligne donnée ſelon une raiſon donnée.

QU'il faille, par exemple, diviſer la ligne donnée en deux parties, dont la raiſon ſoit égale à celle de 40 à 70 ; ajoutez enſemble ces deux nombres, leur ſomme ſera 110. Prenez avec un compas commun la longueur de la ligne propoſée, que je ſuppoſe être de 165 parties égales ; portez cette longueur à l'ouverture des nombres 110 de la ligne des parties égales ; & le compas de proportion demeurant ainſi ouvert, prenez l'ouverture des nombres 40 & 70, la premiere de ces deux ouvertures donnera 60, & la ſeconde 105, qui ſeront les parties de la ligne propoſée à diviſer, puiſque 40 ſont à 70, comme 60 ſont à 105.

USA-

USAGE VI.

Ouvrir le Compas de proportion, en ſorte que les deux lignes des parties égales faſſent un angle droit.

CHoiſiſſez trois nombres qui puiſſent exprimer les côtez d'un triangle rectangle, comme ſont, par exemple, les nombres 3, 4, 5, ou leurs multiples; mais comme il eſt mieux de les prendre un peu grands, nous choiſirons 60, 80 & 100. Prenez avec un compas commun la diſtance du centre du compas de proportion ſur la ligne des parties égales juſqu'au nombre 100; ouvrez enſuite le compas de proportion de telle ſorte qu'une des pointes du compas commun tombe d'une part ſur le nombre 60 des parties égales, & l'autre pointe ſur le nombre 80 des mêmes parties égales de l'autre jambe; alors le compas de proportion ſera ouvert, de ſorte que les deux lignes de parties égales feront un angle droit.

USAGE VII.

Trouver une ligne droite égale à la circonference d'un cercle donné.

LE diametre d'un cercle eſt à la circonference environ comme 100 à 314, ou comme 50 à 157; c'eſt pourquoi prenez avec un compas ordinaire la longueur du diametre du cercle propoſé, & la portez ſur les jambes de 50 à 50 de part & d'autre de la ligne des parties égales; le compas de proportion demeurant ainſi ouvert, prenez avec ledit compas commun la diſtance de 157 à 157, vous aurez une ligne droite à peu près égale à la circonference du cercle propoſé: je dis à peu près, parce que la veritable proportion du diametre d'un cercle à ſa circonference, n'a point encore été trouvée géometriquement.

SECTION II.

Des Uſages de la ligne des Plans.

USAGE I.

Augmenter ou diminuer toutes ſortes de figures planes, ſelon une raiſon donnée.

SOit pour exemple propoſé le triangle ABC, auquel on a deſſein d'en faire un ſemblable qui ſoit triple en ſurface. Fig. 4.

Prenez avec un compas commun la longueur du côté AB; portez-la ſur la ligne des plans à l'ouverture du premier plan; le com-

pas de proportion reſtant ainſi ouvert, prenez avec le compas commun l'ouverture du troiſiéme plan, & vous aurez la longueur du côté homologue audit côté A B; vous trouverez de la même façon les côtez homologues aux deux autres côtez du triangle propoſé, & de ces trois côtez vous formerez le triangle triple du propoſé, comme il ſe voit en la figure 4 de la planche 7. Si le plan propoſé a plus de trois côtez, reduiſez-le en triangle par une ou pluſieurs diagonales.

Si c'eſt un cercle que l'on veüille diminuer ou augmenter, il faut faire la ſuſdite operation ſur ſon diametre.

USAGE II.

Etant données deux figures planes ſemblables, trouver quelle raiſon elles ont entr'elles.

PRenez lequel vous voudrez des côtez de l'une deſdites figures, & le portez à l'ouverture de quelque plan; prenez enſuite le côté homologue de l'autre figure, & voyez à l'ouverture de quel plan il convient; les deux nombres auſquels conviennent les deux côtez homologues expriment la raiſon des plans entr'eux; car ſi, par exemple, le côté *ab* de la plus petite convient au quatriéme plan, & que le côté homologue AB de l'autre convienne au ſixiéme, ces deux plans ſont entr'eux comme 4 eſt à 6, c'eſt-à-dire, que le grand contient une fois & demie la ſurface du petit; & ſi le petit plan contient vingt toiſes quarrées, le grand en contient trente, comme l'on voit dans les figures. Fig. 5.

Mais ſi le côté d'une figure ayant été mis à l'ouverture d'un plan, le côté homologue ne peut s'ajuſter à l'ouverture d'aucun nombre entier, il faudra mettre ledit côté de la premiere figure à l'ouverture de quelqu'autre plan, juſqu'à ce qu'on trouve un nombre entier, dont l'ouverture convienne à la longueur du côté homologue de l'autre figure, afin d'éviter les fractions.

Si les figures propoſées ſont ſi grandes, qu'aucun de leurs côtez ne ſe puiſſe appliquer à l'ouverture des jambes du compas de proportion, prenez les moitiez, tiers ou quarts de chacun des deux côtez homologues deſdites figures, & les comparant enſemble, vous aurez la proportion des plans.

USAGE III.

Ouvrir le Compas de proportion, en ſorte que les deux lignes des Plans faſſent un angle droit.

PRenez avec un compas commun ſur la ligne des plans depuis le centre, l'étenduë d'un nombre de plans tel que vous voudrez, comme, par exemple, 40; appliquez cette ouverture de compas ſur la même ligne des plans de part & d'autre à un nombre qui égale la moitié du precedent, comme eſt 20 en cet exemple; alors les deux lignes des plans feront au centre du compas un angle droit, puiſque par la conſtruction de la ligne des plans, le nombre marqué 40, qui fait comme le plus grand côté d'un triangle, ſignifie un plan égal aux deux autres plans ſemblables, marquez ſur les jambes du compas par les nombres 20, d'où il ſuit par la quarante-huitiéme Prop. du Liv. I. d'Euclide que ledit angle eſt droit.

USAGE IV.

Conſtruire un Plan ſemblable & égal à deux Plans ſemblables donnez.

OUvrez le compas de proportion à angles droits par l'uſage precedent, & portez deux côtez homologues tels que vous voudrez des deux plans propoſez ſur la ligne des plans depuis le centre, l'un ſur une jambe, & l'autre ſur l'autre jambe, la diſtance des deux nombres trouvez donnera le côté homologue d'un plan ſemblable & égal aux deux donnez.

Si, par exemple, le côté du moindre plan étant porté ſur une des jambes du compas de proportion depuis le centre, recontre le quatriéme plan, & que le côté homologue de l'autre plan porté ſur l'autre jambe, rencontre le neuviéme plan, la diſtance de 4 à 9 qui ſera égale au treiziéme plan, ſi le compas eſt ouvert, comme il eſt dit, ſera le côte homologue d'un plan égal aux deux propoſez, par le moyen duquel il ſera facile de conſtruire le plan ſemblable.

On peut par cet uſage ajoûter enſemble tant de plans ſemblables que l'on voudra, en ajoutant enſemble les deux premiers; puis à leur ſomme ajoûtant le troiſiéme & ainſi de ſuite.

USAGE V.

Etant donnez deux Plans ſemblables & inegaux en trouver un troiſiéme auſſi ſemblable & égal à leur difference.

OUvrez le compas de proportion de ſorte que les deux lignes des plans faſſent un angle droit, & portez un côté du moindre

plan ſur une des jambes depuis le centre; portez enſuite le côté homologue du plus grand plan, en mettant une des pointes du compas commun ſur le nombre où ſe termine le premier côté, ſon autre pointe rencontrera ſur l'autre jambe le nombre du plan requis.

Si, par exemple, ayant porté le côté du moindre plan depuis le centre, l'on trouve qu'il tombe ſur le nombre 9 d'une jambe du compas de proportion, prenez avec un compas ordinaire l'étenduë du côté homologue du plus grand plan, en mettant une de ſes pointes ſur ledit nombre 9, l'autre pointe marquera ſur l'autre jambe le nombre 4; c'eſt pourquoi prenant la diſtance dudit nombre 4 au centre du compas de proportion, vous aurez le côté homologue d'un plan ſemblable & égal à la difference des deux plans donnez, dont la raiſon eſt ici ſuppoſée de 9 à 13.

USAGE VI

Entre deux lignes droites données, trouver une moyene proportionnelle.

PORtez chacune des deux lignes données ſur la ligne des parties égales du compas de proportion, afin de ſçavoir le nombre que chacune en contient, & ſuppoſé, par exemple, que la moindre ligne ſoit de 20 parties égales, & la plus grande de 45; portez la plus grande, qui eſt 45 à l'ouverture du quarante-cinquiéme plan qui dénote le nombre de ſes parties, le compas de proportion reſtant ainſi ouvert, prenez l'ouverture du vingtiéme plan, qui marque le nombre des parties égales de la plus petite ligne, cette ouverture, qui doit contenir 30 des mêmes parties donnera la moyene proportionelle, car 20 ſont à 30, comme 30 ſont à 45.

Mais comme le plus grand nombre de la ligne des plans eſt 64, ſi quelqu'une des lignes propoſées contenoit un plus grand nombre de parties égales, on pourroit faire ladite operation ſur leurs moitiez, tiers ou quarts en cette ſorte. Suppoſant, par exemple, que la moindre des lignes propoſées ſoit de 32; l'autre de 72, portez la moitié de la grande ligne à l'ouverture du trente-ſixième plan, & prenez l'ouverture du ſeiziéme, cette ouverture étant doublée donnera la moyene proportionnelle que l'on cherche.

SECTION III.

Des Uſages de la ligne des Polygones.

USAGE I.

Décrire un Polygone regulier dans un cercle donné.

PRenez avec un compas commun la longueur du demi diametre du cercle donné AC, & l'ajuſtez à l'ouverture du nombre 6, marqué de part & d'autre ſur la ligne des polygones; & le compas de proportion demeurant ainſi ouvert, prenez l'ouverture des deux nombres égaux qui expriment le nombre des côtez du polygone que vous voulez décrire. Prenez, par exemple, l'ouverture de 5 à 5, pour décrire un pentagone; de 7 à 7 pour un eptagone, & ainſi des autres. Cette ouverture étant portée autour de la circonference du cercle, le diviſera en autant de parties égales, & il ſera facile de décrire tout polygone regulier depuis le triangle équilateral juſqu'au dodecagone, comme eſt décrit le pentagone en la figure ſixiéme. Fig. 6.

USAGE II.

Sur une ligne donnée décrire un Polygone regulier.

SI, par exemple, on veut décrire ſur la ligne AB de la ſuſdite figure 6, un pentagone, prenez avec un compas commun la longueur de ladite ligne, & l'ayant appliquée à l'ouverture des nombres 5 marquez de part & d'autre ſur la ligne des polygones, laiſſez le compas de proportion ainſi ouvert, & prenez ſur la même ligne l'ouverture de 6 à 6, qui ſera le demi diametre du cercle propre à décrire le pentagone regulier propoſé; c'eſt pourquoi ſi avec cette ouverture vous décrivez des extremitez de la ligne donnée AB deux arcs de cercle, leur interſection ſera le centre dudit cercle.

Si l'on propoſe un eptagone, appliquez la longueur de la ligne donnée à l'ouverture des nombres 7 marquez de part & d'autre ſur la ligne des polygones, & prenez toûjours l'ouverture de 6 à 6 pour trouver comme deſſus le centre d'un cercle, dans lequel il ſera facile d'inſcrire l'eptagone, dont chaque côté ſera égal à la ligne donnée.

USAGE III.

Couper une ligne donnée en moyene & extrême raiſon, comme DE, figure 7.

APpliquez la longueur de la ligne donnée à l'ouverture des nombres 6 & 6 marquez de part & d'autre ſur la ligne des Fig. 7.

polygones; & le compas de proportion demeurant ainſi ouvert, prenez l'ouverture des nombres 10, qui ſont ceux du decagone. Cette ouverture donnera DF, qui ſera la mediane, c'eſt-à-dire, le plus grand ſegment de la ligne propoſée, puiſque la mediane du raïon d'un cercle coupé en moyene & extréme raiſon, eſt la corde de 36 degrez, qui eſt la dixiéme partie de ſa circonference.

Que ſi l'on ajoûte cette mediane au raïon du cercle, pour n'en faire qu'une ligne, ledit raïon deviendra la mediane, & la corde de 36 degrez ſera le petit ſegment.

USAGE IV.

Sur une ligne donnée DF, figure 8. décrire un triangle iſocele, qui ait les angles de ſa baſe doubles de celui du ſommet.

Fig. 8. APpliquez la longueur de la ligne donnée à l'ouverture des nombres 10 marquez de part & d'autre ſur la ligne des polygones; & le compas de proportion reſtant ainſi ouvert, prenez l'ouverture des nombres 6, pour avoir la longueur des deux côtez égaux du triangle qu'on veut conſtruire.

Il eſt évident que l'angle du ſommet de ce triangle eſt de 36 degrez, & que chacun des angles de la baſe eſt de 72 degrez; or l'angle de 36 degrez eſt l'angle du centre d'un decagone.

USAGE V.

Ouvrir le compas de proportion, en ſorte que les deux lignes des Polygones faſſent un angle droit.

PRenez avec le compas commun ſur la ligne des polygones la diſtance depuis le centre du compas de proportion juſqu'au nombre 5, ouvrez enſuite le compas de proportion, de ſorte que cette diſtance ſoit appliquée d'une part ſur le nombre 6, & de l'autre part ſur le nombre 10 des deux lignes des polygones, elles feront au centre un angle droit, parce que le quarré du côté du pentagone eſt égal au quarré du côté de l'exagone, & au quarré du côté du decagone.

SECTION IV.

Des Uſages de la ligne des Cordes.

USAGE I.

Ouvrir le compas de proportion de ſorte que les deux lignes des cordes faſſent un angle de tant de degrez qu'on voudra.

PRenez avec un compas ordinaire le long de la ligne des cordes la diſtance depuis le centre de la charniere juſqu'au nombre des de-

degrez proposez; ouvrez ensuite le compas de proportion de sorte que cette distance s'accorde aux deux nombres 60 marquez de part & d'autre sur la ligne de cordes, elles feront l'angle requis.

Si, par exemple, vous voulez qu'elles fassent un angle de 40 degrez, comme en la figure 9 de la planche 7, prenez la distance du centre au nombre 40, & la portez à l'ouverture de 60 à 60. Si vous voulez un angle droit, prenez la distance du centre à 90 degrez, & la portez pareillement à l'ouverture de 60 à 60, & ainsi des autres.

USAGE II.

Le compas de proportion étant ouvert, trouver les degrez de son ouverture.

PRenez l'ouverture de 60 degrez, & la portez le long de la ligne des cordes depuis le centre, le nombre où elle se terminera, marquera les degrez de son ouverture.

C'est sur la ligne des cordes que l'on place quelquefois des pinules pour mesurer un angle sur la terre, ou pour y en faire un d'autant de degrez que l'on veut, en ajoûtant un genoüil au compas de proportion, & le plaçant sur un pied, pour l'élever à la hauteur de l'œil, en pratiquant ce que nous venons de dire en ces deux usages; mais nous estimons qu'il est plus aisé de se servir d'un demi cercle divisé pour faire ces sortes d'operations.

USAGE III.

Sur une ligne droite donnée faire un angle rectiligne d'autant de degrez qu'on voudra.

DEcrivez sur la ligne donnée un arc de cercle ayant pour centre le point auquel vous voulez faire l'angle, portez le rayon dudit arc à l'ouverture de la corde de 60 degrez; le compas de proportion demeurant ainsi ouvert, prenez l'ouverture de la corde du nombre des degrez proposez, & la portez depuis la ligne sur l'arc que vous avez décrit; tirez enfin une ligne droite du centre par l'extremité de cet arc, pour former l'angle requis.

Soit proposé pour exemple de faire à l'extremité B de la ligne AB, un angle de 40 degrez; ayant fait dudit point B un arc de cercle à discretion, portez-en le rayon toûjours à l'ouverture de la corde de 60 degrez, parce que le rayon d'un cercle est toûjours égal à la corde de 60 degrez du même cercle; prenez ensuite l'ouverture de la corde de 40 degrez, & la portez sur l'arc de cercle CD; enfin tirant la droit du pointe B par le point D, vous aurez fait un angle de 40 degrez, figure 10. Fig. 10.

On

On peut par cet uſage tracer une figure, dont les angles & les côtez ſont connus.

USAGE IV.

Etant donné un angle rectiligne, trouver combien de degrez il contient.

DU ſommet de l'angle donné comme centre, décrivez un arc de cercle, & portez ſon rayon à l'ouverture de la corde de 60 degrez; prenez enſuite ſur le papier la corde de l'arc décrit entre les côtez qui forment l'angle, & cherchez ſur les jambes du compas de proportion à quelle ouverture elle convient, le nombre des degrez vous indiquera la valeur dudit angle.

USAGE V.

Prendre ſur la circonference d'un cercle donné un arc d'autant de degrez que l'on voudra.

APpliquez le rayon du cercle donné ſur les jambes du compas de proportion, à l'ouverture de la corde de 50 degrez; & ledit compas demeurant ainſi ouvert, prenez l'ouverture de la corde du nombre de degrez propoſé, & la portez ſur la circonference du cercle donné.

On peut par cet uſage inſcrire dans un cercle toutes ſortes de polygones reguliers, auſſi-bien que par la ligne des polygones, en connoiſſant ſon angle du centre par la methode & par la table ci-devant rapportée, en traitant de la conſtruction de la ligne des polygones.

Soit, par exemple, propoſé de faire un pentagone regulier par la ligne des cordes. Ayant connu que ſon angle du centre eſt de 72 degrez, portez le rayon du cercle à l'ouverture de la corde de 60 degrez, & prenez enſuite l'ouverture de la corde de 72 degrez, laFig. 11. quelle étant portée ſur la circonference du cercle donné, le diviſera en cinq également, & les cinq cordes étant tracées, ſeront les côtez du pentagone.

USAGE VI.

Sur une ligne donnée FG, decrire un Polygone regulier.

SI, par exemple, on propoſe de conſtruire un pentagone, dont l'angle du centre eſt de 72 degrez, portez la longueur de la ligne donnée à l'ouverture de la corde de 72 degrez, & le compas de proportion demeurant ainſi ouvert, prenez l'ouverture de la corde de 60 degrez, avec laquelle, des extremitez de la ligne donnée, vous dé-

décrirez deux arcs de cercle, le point de leur interſection D ſera le centre d'un cercle, dont la circonference ſera diviſée en cinq parties égales par la ligne donnée, & ladite corde de 60 degrez ſera égale au raïon de ce cercle.

SECTION V.

Des Uſages de la ligne des Solides.

USAGE I.

Augmenter ou diminuer tous ſolides ſemblables, ſelon une raiſon donnée.

SOit propoſé, par exemple, un cube, duquel on en demande un qui ſoit double en ſolidité. Portez le côté du cube donné ſur la ligne des ſolides à l'ouverture de tel nombre que vous voudrez, commme, par exemple, de 20 à 20, puis prenez l'ouverture d'un nombre double, comme eſt en cet exemple le nombre 40; cette ouverture eſt le côté d'un cube double du propoſé. Fig. 12.

Si l'on propoſe une boule ou ſphere, & qu'on veüille en faire une autre qui ſoit trois fois plus groſſe; portez le diametre de la boule propoſée à l'ouverture de tel nombre qu'il vous plaira, comme par exemple de 20 à 20, & prenez l'ouverture de 60, ce ſera le diametre d'une autre boule triple en ſolidité.

Si l'on propoſe encore un coffre parallelipipede rectangle qui contienne trois meſures de grain, on en veut faire faire un autre ſemblable qui en contienne cinq; portez la longueur de la baſe à l'ouverture du trentiéme ſolide, & prenez l'ouverture du cinquantiéme pour le côté homologue de celui qui eſt à faire, portez enſuite la largeur à l'ouverture du même nombre 30, & prenez l'ouverture du cinquantiéme ſolide pour le côté homologue à ladite largeur; de ces deux ouvertures ayant conſtruit un parallelograme, prenez enfin la profondeur dudit coffre, & l'ayant portée à l'ouverture du trentiéme ſolide, vous prendrez l'ouverture du cinquantiéme ſolide, pour avoir le côté homologue, c'eſt-à-dire, la profondeur, avec laquelle il ſera facile de conſtruire ledit parallelipipede rectangle, qui contiendra les cinq meſures propoſées.

Si les lignes ſont trop grandes pour être appliquées à l'ouverture du compas de proportion, prenez la moitié, tiers ou quart des unes & des autres; ce qui en proviendra après l'operation ſera moitié, tiers ou quart des dimenſions requiſes.

USAGE II.

Etant donnez deux corps ſemblables, trouver quelle raiſon ils ont entr'eux.

PRenez lequel vous voudrez des côtez de l'un deſdits corps propoſez, & l'ayant porté à l'ouverture de quelque ſolide, prenez le côté homologue de l'autre corps, & voyez à quel nombre des ſolides il convient; les nombres auſquels ces deux côtez homologues conviennent, indiquent la raiſon des deux corps ſemblables entr'eux.

Que ſi le premier ayant été mis à l'ouverture de quelque ſolide, le côté homologue du ſecond ne peut s'accommoder à l'ouverture d'aucun nombre, portez le côté du premier corps à l'ouverture de quelque autre ſolide juſqu'à ce que le côté homologue du ſecond corps s'accommode à l'ouverture de quelque nombre des ſolides.

USAGE III.

Conſtruire & diviſer une ligne ſervant à connoître les calibres des boulets & Canons.

L'Experience nous ayant appris qu'un boulet de fer fondu de trois pouces de diametre peſe quatre livres, il ſera facile de trouver les diametres des autres boulets de differens poids & de même métail, en cette maniere.

Portez l'étenduë de trois pouces à l'ouverture du quatriéme ſolide, & ſans changer l'ouverture du compas de proportion, prenez ſur la même ligne des ſolides les ouvertures de tous les nombres depuis un juſqu'à 64; portez toutes ces longueurs les unes après les autres ſur une ligne droite tracée ſur une regle ou ſur le long d'une des jambes du compas de proportion, & là où ces diametres ſe termineront, marquez-y les chifres qui feront connoître la péſanteur des boulets.

Pour marquer enſuite les fractions de la livre, comme un quart, une demie, trois quarts, portez le diametre du boulet d'une livre à l'ouverture du quatriéme ſolide, & prenez l'ouverture du premier ſolide pour le diametre d'un quart de livre, l'ouverture du ſecond ſolide pour une demie, & celle du troiſiéme pour trois quarts de livre, & ainſi du reſte. Quand on connoît le calibre des boulets, on connoît auſſi le calibre du canon auquel ces boulets ſont propres, parce qu'ordinairement on donne deux ou trois lignes pour le vent des gros boulets, afin qu'ils puiſſent facilement y entrer, & les petits à proportion.

Les diametres des boulets ſe meſurent avec un compas ſpherique, comme il ſera plus amplement expliqué, en parlant des inſtrumens propres à l'artillerie.

USAGE IV.

Etant donnez pluſieurs Solides ſemblables, en conſtruire un autre auſſi ſenblable & égal aux donnez.

POrtez lequel vous voudrez des côtez de quelqu'un des corps propoſez à l'ouverture de quelque ſolide, & ajoûtez à l'ouverture des autres ſolides les côtez homologues des autres corps. Ajoûtez enſemble les nombres qui expriment ainſi leur proportion, & prenez l'ouverture de la ſomme provenuë de cette addition, vous aurez le côté homologue d'un corps égal & ſemblable à tous les autres.

Suppoſons, par exemple, que le côté choiſi du premier corps étant porté à l'ouverture du cinquiéme ſolide, les côtez homologues des autres conviennent, l'un à l'ouverture du ſeptiéme, & l'autre à celle du huitiéme ſolide. J'ajoûte enſemble ces trois nombres 5, 7 & 8, leur ſomme eſt 20, c'eſt pourquoi l'ouverture du 20^{me} ſolide ſera le côté homologue d'un corps égal & ſemblable aux trois autres.

USAGE V.

Etant donnez deux corps ſemblables & inégaux, en trouver un troiſiéme auſſi ſemblable, & égal à la difference des donnez.

POrtez lequel côté vous voudrez de l'un des corps à l'ouverture de quelque ſolide que ce ſoit, & voyez à quelle autre ouverture convient le côté homologue de l'autre corps; ôtez le moindre nombre du plus grand, & prenez l'ouverture du nombre reſtant, vous aurez le côté homologue du corps égal à la difference des deux.

Si, par exemple, le côté du plus grand étant porté à l'ouverture du quinziéme ſolide, le côté homologue du moindre convient à l'ouverture du neuviéme, ôtant 9 de 15, reſte 6; c'eſt pourquoi l'ouverture du ſixiéme ſolide donnera le requis.

USAGE VI.

Entre deux lignes donnes, trouver deux moyenes proportionnelles.

SOient propoſées pour exemple deux lignes, dont l'une contienne 54 parties égales, & l'autre 16; ouvrez le compas de proportion, & portez la longueur de la ligne que contient 54 parties égales à l'ouverture du cinquante-quatriéme ſolide, & prenez l'ouverture

du ſeiziéme, cette ouverture ſera la plus grande des deux moyenes proportionnelles qu'on cherche ; & cette ligne qui en cet exemple contient 36 des mêmes parties égales étant portée à l'ouverture dudit cinquante-quariéme ſolide, ce qui ſe fait en reſſerrant les jambes du compas de proportion, prenez une ſeconde fois l'ouverture du ſeiziéme ſolide, vous aurez la moindre des deux moyenes proportionnelles qu'on cherche, laquelle en cet exemple contiendra 24 des mêmes parties égales, tellement que ces quatre lignes ſeront en proportion continuë, & en même raiſon que ces quatre nombres 54, 36, 24, 16.

Si les lignes ſont trop longues, ou les nombres de leurs parties égales trop grands, il ne faut que prendre leurs moitiez, tiers, ou quarts, &c. & operer comme deſſus. Si, par exemple, on cherche deux moyenes proportionnelles entre deux lignes, dont l'une contient 32, & l'autre 256, je prends le quart de chacune de ces lignes qui ſera 8 & 64, je porte le premier nombre 8 à l'ouverture du huitiéme ſolide, & je prends l'ouverture du 64, qui me donne 16 pour la premiere des deux moyenes proportionnelles ; puis je porte la longueur de la ligne de 16 à l'ouverture du huitiéme ſolide, & l'ouverture du ſoixante-quatriéme me donne une ligne de 32 parties égales, je multiplie ces deux nombres trouvez par quatre, pour les remettre en leur entier, tellement qu'entre les deux lignes propoſées la premiere des deux moyenes eſt de 94, & la ſeconde de 128, & ces quatre lignes en proportion continuë, ſont en même raiſon que ces quatre nombres 32, 64, 128, 256.

USAGE VII.

Etant donné un Parallelipipede, trouver le côté d'un cube qui lui ſoit égal.

CHerchez un moyen proportionnel entre les deux côtez de la baſe du parallelipipede, puis entre la valeur du nombre trouvé & la hauteur du parallelipipede cherchez le premier des deux nombres moyens proportionnels, lequel ſera le côté du cube cherché.

Soient les deux côtez d'un parallelipede 24 & 54, & ſa hauteur 63, on demande le côté d'un cube qui lui ſoit égal ; je porte la ligne de 54 parties égales à l'ouverture du cinquante-quatriéme plan, & je prends l'ouverture du vingt-quatriéme, laquelle portée ſur la ligne des parties égales me donne 36 pour moyen proportionnel ; enſuite je porte 36 à l'ouverture du trente-ſixiéme ſolide, & je prends l'ouverture du ſoixante-troiſiéme qui me donne peu moins de

de 44 & demi pour le côté du cube égal au parallelipipede propoſé.

USAGE VIII.

Conſtruire & diviſer une jauge, pour meſurer les tonneaux & tous vaiſſeaux ſemblables propres à contenir des liqueurs.

LA jauge dont je pretends parler ici eſt une regle de quelque métal diviſée en certaines parties, qui marquent le nombre des pintes contenuës dans le tonneau, l'ayant fait entrer par le bondon juſqu'à ce que ſon extremité touche l'angle que fait le fonds avec les douves dans la partie la plus éloignée du bondon, comme on voit la ligne AC, ſituée en forme de diagonale. Fig. 13.

Cette jauge étant ainſi poſée, la diviſion qui répond au milieu de l'ouverture du bondon au-dedans du tonneau, marque le nombre des pintes qu'il contient.

Mais il eſt à propos de rechanger la poſition de ladite verge, en ſorte que ſon extremité C touche l'angle de l'autre fonds B, afin de connoître ſi l'ouverture du bondon eſt juſtement au milieu, car s'il ſe trouve quelque difference, il en faut prendre la moitié.

L'uſage de cette jauge eſt très-facile, puiſque ſans calcul on trouve d'abord la capacité des tonneaux; toute l'adreſſe conſiſte à la bien diviſer.

Pour cet effet on peut faire conſtruire un petit baril contenant un ſeptier, c'eſt-à-dire huit pintes, lequel ſoit parfaitement ſemblable aux tonneaux qui ſont en uſage dans le païs, car cette jauge ne peut être juſte que dans des tonneaux ſemblables; c'eſt-à-dire, qui ont les diametres des fonds, & celui à l'endroit du bondon avec la longueur dans les mêmes proportions que celui qui a ſervi pour les diviſions.

Suppoſons, par exemple, que le diametre de chacun des fonds d'un tonneau ſoit de vingt pouces, le diametre de la coupe à l'endroit du bondon de vingt-deux pouces, & ſa longueur interieure de trente pouces, ce vaiſſeau contiendra vingt-ſept ſeptiers, meſure de Paris, comme ſont les demi-queuës d'Orleans; & ſa meſure diagonale qui répond au milieu de l'ouverture du bondon ſera de vingt-cinq pouces neuf lignes & demie, comme il eſt aiſé de trouver par le calcul, puiſque dans le triangle rectangle ADC, on connoît le côté CD 15 pouces, & DA 21, & qu'ajoûtant leurs quarrez, on aura par la quarante-ſeptiéme Prop. du premier livre d'Euclide le quarré de la diagonale ou hypotenuſe AC, & enſuite ſa racine. Fig. 13.

Suivant les mêmes proportions un baril dont les dimenſions ſeroient le tiers des precedentes, contiendroit un ſeptier ou huit

pintes, c'eſt-à-dire, que le diametre de chacun des fonds ſeroit de ſix pouces huit lignes, celui du milieu de ſept pouces quatre lignes, & ſa longueur interieure de dix pouces, ſa diagonale ſeroit de huit pouces ſept lignes.

Un autre baril dont les dimenſions ſeroient moitié de celles-ci, contiendroit une pinte, c'eſt-à-dire, ſi le diametre de chacun des fonds eſt de trois pouces quatre lignes, celui du milieu ſous le bondon de trois pouces huit lignes, & la longueur interieure du baril de cinq pouces, la diagonale qui répond au milieu de l'ouverture du bondon ſera de quatre pouces trois lignes & demie.

Prenez donc une verge ou regle longue de trois à quatre pieds, & ſervez vous de laquelle vous jugerez à propos de ces trois meſures, comme, par exemple, ſi vous voulez y marquer les ſeptiers, marquez un point au milieu de ſa largeur diſtant d'un des bouts de huit pouces ſept lignes; pour y marquer un ſeptier, doublez cette meſure, & y marquez huit ſeptiers; triplez la même meſure, & y marquez vingt-ſept ſeptiers; quadruplez-la, & y marquez ſoixante-quatre ſeptiers, parce que les ſolides ſemblables ſont entr'eux comme les cubes de leurs côtez homologues.

Pour y marquer enſuite les autres nombres de ſeptiers, prenez avec un compas commun la longueur de huit pouces ſept lignes, & l'ayant portée à l'ouverture du premier ſolide, arrêtez fixement en cet état les deux regles ou jambes du compas de proportion, & prenez l'ouverture du ſecond ſolide, pour marquer ſur ladite jauge l'étenduë qui convient à deux ſeptiers.

Prenez de même l'ouverture du troiſiéme ſolide pour marquer ſur la jauge l'étenduë de la diagonale qui convient à trois ſeptiers, & ainſi de ſuite, & par ce moyen la jauge ſera diviſée de ſeptier en ſeptier.

On pourra avec la même facilité y marquer les pintes; car, par exemple, la moitié de l'entenduë qui convient à deux ſeptiers ſervira pour y marquer deux pintes; la moitié de l'étenduë des trois ſeptiers ſervira pour y marquer trois pintes; la moitié de la diagonale de quatre ſeptiers ſera celle de quatre pintes, & ainſi du reſte.

Si le compas de proportion n'eſt point aſſez grand pour porter la meſure diagonale d'un ſeptier à l'ouverture du premier ſolide, on y portera celle d'une pinte, & ayant marqué ſur la jauge autant de pintes qu'on pourra, on aura les diagonales des ſeptiers de même nombre, en doublant les meſures des pintes; ainſi, par exemple, ſi on double la diagonale de ſix pintes, on aura celle de ſix ſeptiers;

ſi

ſi on double la meſure de ſept pintes, on aura celle de ſept ſeptiers, & ainſi de toutes les autres meſures.

Si la meſure diagonale d'une pinte eſt encore trop grande pour être portée à l'ouverture du premier ſolide, on y portera ſa moitié, & le compas de proportion reſtant ainſi ouvert, on prendra l'ouverture du ſecond ſolide, que l'on doublera pour avoir la diagonale de deux pintes; ayant pris de même l'ouverture du troiſiéme ſolide, on la doublera pour marquer ſur la jauge la diagonale de trois pintes, & ainſi du reſte.

Les marques des ſeptiers traverſeront toute la largeur de la verge, & ſur icelles on gravera les chifres qui expriment leurs nombres; les marques des pintes ſeront plus petites, pour les diſtinguer.

Afin que cette jauge puiſſe ſervir à meſurer pluſieurs ſortes de tonneaux diſſemblables, on pourra marquer d'autres diviſions ſur chacune de ſes faces ſuivant les proportions des diametres, & longueurs des differentes eſpeces de tonneaux uſitez dans le païs, & l'on marquera ſur un des bouts de chaque face les diametres & longueurs qui ont ſervi a faire les diviſions; par exemple, au bout de la face où l'on aura marqué la diviſion precedente, on écrira, diamettre des fonds 20, diamettre du milleu 22, longueur 40; ou pour abreger, diametre réduit 21, long. 30.

Si pour les diviſions d'une autre face on ſe ſert des meſures d'un tonneau, dont le diametre de chaque fonds ſoit de vingt & un pouces, celui du milieu 23, & la longueur interieure vingt-ſept pouces & demi, ce tonneau plus court que l'autre, mais plus gros, contiendroit à peu près la même quantité, c'eſt-à-dire, vingt-ſept ſeptiers, & ſa diagonale ſeroit de vingt-ſix pouces.

Si un autre tonneau a toutes ſes dimenſions du tiers des precedentes, il contiendra un ſeptier, & ſa diagonale AC ſera de huit pouces huit lignes; au moyen de quoi il ſera facile de faire les diviſions, comme nous avons dit ci-devant, & de marquér ſur ladite face, diametre réduit 23, longueur 27 & demi.

Si l'on fait quatre diviſions differentes ſur les quatre faces de la regle, on aura ſur cette même regle quatre differentes jauges qui ſerviront à meſurer quatre eſpeces differentes de tonneaux, & l'on choiſira celle qui conviendra le mieux pour jauger ceux qui ſe preſenteront, en examinant les proportions de leurs diametres & longueurs.

Au lieu de ſe ſervir des jambes du compas de proportion pour diviſer la jauge diagonale dont nous venons de parler, on peut encore mieux ſe ſervir de la table des ſolides, rapportée à la page 40 Ainſi

ayant

ayant reconnu par le calcul, que la diagonale d'un tonneau qui contient 47 ſeptiers, eſt de 26 pouces ; il ſera facile de trouver les autres diagonales des tonneaux de toute grandeur propoſée, qui auront les mêmes proportions du diametre reduit à la longueur, comme de 22 à 27 & demi, ou pour abreger, comme de 4 à 5,

Soit propoſé pour exemple à trouver la diagonale d'un quarteau contenant 9 ſeptiers; cherchez dans la ſuſdite table le nombre qui répond au neuviéme ſolide, vous trouverez 520; cherchez en même tems le nombre correſpondant au vingt-ſeptiéme ſolide, vous y trouvez 750, formez-en la regle de trois, de la maniere qui ſuit:

750. 520. 26. 18.

La regle étant faite, vous trouverez 18 pouces pour diagonale de 9 ſeptiers. Les Tonneliers des environs de Paris, font à peu près leurs tonneaux dans les proportions de 4 à 5, comme ſeroit, par exemple, un demi-muid ayant 19 pouces 2 lignes de diametrre réduit, & 24 pouces de longueur interieure, & dans ce cas ſa diagonale ſeroit de 22 pouces 8 lignes & demie, comme il eſt aiſé de reconnoître par le calcul.

L'autre eſpece de tonneau, dont il eſt parlé à la page 61, eſt plus long, car ſon diamettre réduit eſt à ſa longueur interieure comme 7 à 10.

Mais en general, ſi-tôt qu'on a reconnu les proportions uſitées dans un païs pour la fabrique des tonneaux, on trouvera premierement la diagonale d'un vaiſſeau contenant certain nombre de ſeptiers, par la quarante-ſeptiéme du premier Livre d'Euclide, ou bien par l'experience, & enſuite les diagonales de tous les autres tonneaux faits dans les mêmes proportions, par le moyen de la ſuſdite table des ſolides.

SECTION VI.

Contenant la conſtruction & l'uſage de pluſieurs autres ſortes de jauges.

LA jauge que nous avons ci-devant expliquée n'eſt propre qu'à meſurer des vaiſſeaux ſemblabes; mais celles dont nous allons parler, peuvent ſervir à meſurer toutes ſortes de vaiſſeaux cylindriques, quoiqu'ils ne ſoient pas ſemblables.

Ces methodes de jauger ſont fondées ſur la ſuppoſition que le tonneau eſt égal au cylindre qui a ſa hauteur égale à la longueur interieure du tonneau, & ſa baſe égale au cercle dont le diametre eſt moyen proportionnel arithmetique entre les diamettres à l'endroit

des

des fonds, & celui du milieu ſous le bondon, ce qui eſt aſſez exact pour la pratique, principalement lorſqu'il y a peu de difference entre les cercles des fonds & celui du milieu du tonneau.

Pour conſtruire la premiere ſorte de jauge; il faut déterminer la meſure dont on veut ſe ſervir, en la comparant avec quelque vaſe regulier, comme un cylindre concave; dans lequel on verſera une meſure du païs remplie d'eau ou de quelque autre liqueur, dont on marquera exactement le diametre & la profondeur occupée par ladite liqueur.

Si, par exemple, on veut faire cette jauge pour Paris, où la pinte contient quarante-huit pouces cubiques, ou bien ſoixante & un pouces cylindriques, on trouvera par le calcul, qu'un cylindre concave ayant trois pouces onze lignes & un tiers de diametre, & autant de profondeur, contient une pinte meſure de Paris, & qu'un cylindre dont les meſures ſont doubles, c'eſt-à-dire, de ſept pouces dix lignes & deux tiers, contient un ſeptier ou huit pintes; car les ſolides ſemblables ſont entr'eux comme les cubes de leurs côtez homologues.

Cela ſuppoſé, portez cette longueur de 3 pouces 11 lignes 1 tiers ſur une des faces de la jauge, autant de fois qu'elle y pourra être compriſe, & y marquez des points, ou vous écrirez 1, 2, 3, 4, 5, &c. Fig. 14. vous ſubdiviſerez chacune de ces parties en quatre, ou plus, ſi vous voulez. Cette face ainſi diviſée, ſera appellée côté des parties égales, & ſervira à meſurer la longueur des tonneaux.

Il faut auſſi marquer ſur une autre face de la jauge le diametre du même cylindre, que nous ſuppoſons pareillement de trois pouces onze lignes & un tiers, & enſuite les diametres des cercles doubles, triples, quadruples, &c. par quelqu'une des methodes ci-devant expliquées pour diviſer la ligne des plans du compas de proportion, dont la plus facile & la plus courte eſt de faire un triangle Iſocele rectangle ABC, dont chacune des jambes autour de l'angle droit Fig. 15. ſoit de trois pouces onze lignes un tiers, l'hypotenuſe B C ſera le diametre d'un cercle double; c'eſt pourquoi ayant prolongé vers D une deſdites jambes AB autant quil eſt beſoin pour y marquer tous les diametres des tonneaux qu'on veut meſurer, vous porterez de A vers D ladite hypotenuſe, & au point où elle ſe terminera vous marquerez le chifre 2; prenez enſuite la diſtance C 2, & l'ayant portée ſur la ligne A D, vous marquerez le chifre 3 au point où elle ſe terminera; prenez de même la diſtance C 3, & l'ayant portée ſur la ligne AD, vous y marquerez le chifre 4, & ainſi de tous les autres diametres que vous voudrez marquer ſur la jauge.

Remarquez que la ligne A 4, qui eſt le diametre d'un cercle quadruple du premier eſt double de AC, ou AB, parce que les cercles ſont entr'eux comme les quarrez de leurs diametres. Or AB étant 1, ſon quarré eſt 1, & la ligne A 4 étant ſuppoſée 2, ſon quarré eſt 4.

Pour vous ſervir de cette jauge, appliquez le côté des parties égales ſur la longueur exterieure du tonneau, dont il faudra diminuer la profondeur des jables de chaque fond, & l'épaiſſeur des douves qui compoſent les mêmes fonds, afin d'avoir au juſte ſa longueur interieure.

Appliquez enſuite le côté des diametres de ladite jauge ſur le diametre des fonds du tonneau, & remarquez le nombre qui leur convient, & s'ils ſont égaux ou non; car s'il y a quelque difference entre les diametres des fonds, il faut les égaler, en prenant la moitié de leur ſomme.

Faites encore entrer la jaûge à plomb par le trou du bondon, afin d'avoir le plus grand diametre interieur de la coupe du milieu, que vous ajoûterez avec le diametre des fonds, & en prendrez la moitié, pour avoir un diametre moyen arithmetique, lequel étant multiplié par la longueur interieure du tonneau, le produit vous marquera le nombre des meſures qu'il contient.

Soit pour exemple la longueur interieure d'un tonneau de quatre meſures & trois quarts, après en avoir diminué deux pouces de chaque côté ſur la longueur exterieure, ſçavoir un pouce & demi pour la profondeur des jables, & demi pouce pour l'épaiſſeur des douves qui compoſent les fonds: ſoit auſſi le diametre de chaque fonds 15 & le diametre du milieu 17 parties, j'ajoûte 15 & 17, la ſomme eſt 32, dont la moitié eſt 16, que je multiplie par la longueur 4 & trois quarts, le produit 76 ſera le nombre des pintes ou meſures contenuës dans le tonneau propoſé.

Pour la ſeconde ſorte de jauge, on trouve par le calcul, qu'un cylindre qui a pour diametre trois pieds trois pouces & ſix lignes, & autant pour ſa hauteur, contient mille pintes, meſure de Paris.

Prenez donc ſur une regle une longueur de trois pieds trois pouces & ſix lignes; diviſez cette longueur en dix; chacune de ces parties ſera le diametre, & la hauteur d'un cylindre contenant une pinte, puiſque les ſolides ſemblables ſont entr'eux comme les cubes de leurs côtez homologues: ſubdiviſez encore chacune de ces parties en dix, ce qui ſe pourra facilement faire par le moyen de la ligne des parties égales du compas de proportion; chacune de ces dernieres parties ſera la hauteur, & le diametre d'un cylindre ſolide con-

te-

tenant la milliéme partie d'une pinte. Vous ajoûterez ces petites parties juſqu'au bout de vôtre regle, & les ayant chifrées de cinq en cinq vôtre jauge ſera faite. Vous lui pourrez donner quatre à cinq pieds de long, ſi vous voulez qu'elle ſerve pour meſurer de grands vaiſſeaux, comme ſont les pipes, &c. Fig. 16.

Pour vous en ſervir, voyez combien les diametres des fonds & de la bonde, comme auſſi la longueur du vaiſſeau, contiennent de petites parties de vôtre jauge.

Par la longueur du vaiſſeau, il faut entendre la longueur interieure, qui eſt l'eſpace compris en ligne droite entre les fonds; & par les diametres, on entend les diametres pris en-dedans entre les douves.

Si les diametres des fonds ſont égaux, comparez l'un d'eux avec le diametre de la coupe du millieu, à l'endroit du bondon, le milieu entre les deux s'appellera le diametre égalé du tonneau.

Si les diametres des fonds ne ſont pas égaux, ajoûtez-les enſemble & prenez-en la moitié, qui s'appellera le diametre égalé des fonds; comparez enſuite le diametre égalé avec le grand diametre du milieu au deſſous du bondon; ajoûtez-les enſemble, & prenez la moitie de leur ſomme, pour avoir le diametre égalé du vaiſſeau.

Multipliez le diametre égalé du vaſſeau par lui même, & le produit par la longueur, vous aurez le nombre de milliéme de pintes contenuës dans le vaiſſeau; tranchez donc les trois dernieres figures vers la droite, les reſtantes montreront combien ledit vaiſſeau contient de pintes.

Soit pour exemple le diametre de chaque fonds, 58 parties de ladite jauge, & le diametre du milieu 62 ajoûtez enſemble ces deux nombres, vous aurez 120, dont la moitie 60 eſt le diametre égalé du vaiſſeau; multiplipliez ce nombre par lui-même, pour avoir ſon quarré 3600; ſuppoſons la longueur interieure du vaiſſeau 80 des mêmes parties; multipliez 3600 par 80, le produit ſera 288000, dont ayant retranché les trois dernieres figures, on connoîtra que ce vaiſſeau contient 288 pintes, meſure de Paris.

Ces methodes de jauger ſont aſſez exactes dans la pratique, lorſqu'il y a peu de difference entre les cercles des fonds & celui du milieu du tonneau, comme aux muids qui ſe font aux environs de Paris; mais lorſque la difference eſt conſiderable, comme elle eſt aux pipes d'Anjou, dont le diametre du milieu eſt beaucoup plus grand que celui des fonds, la meſure faite par les methodes que nous venons de donner, ſeroit un peu plus petite que la veritable; mais pour en approcher, & la rendre plus juſte, diviſez en ſept la diffe-

rence qui fait l'excès du diametre du milieu, & ajoûtez en quatre au diametre égalé des fonds, comme, ſi par exemple le diametre des fonds étoit de 50 petites parties, & celui du milieu de 57 des mêmes parties, vous en prendrez 54 pour le diametre égalé du vaiſſeau, & ferez le reſte, comme il a été dit ci-devant

Ayant connu par la jauge combien un tonneau contient de pintes de Paris, ou pourra ttouver ce que le même vaiſſeau contient de toutes autres meſures par la methode ſuivante.

La pinte d'eau douce, meſure de Paris, peſe trente-une onces poids de marc, c'eſt pourquoi il n'y aura qu'à faire peſer dans le païs où l'on ſe trouvera, la meſure d'eau, & par une regle de proportion on trouvera ce que l'on cherche.

Si, par exemple, la meſure d'eau de quelque païs peſe cinquante onces, & que l'on veüille ſçavoir combien de pareilles meſures ſont contenuës dans un muid qui contient 288 pintes, meſure de Paris, on dira par une regle de trois, comme 50 ſont à 31, ainſi 288 pintes ſont a un quatriéme nombre, la regle étant faite, on trouvera 178 meſures & demie.

On pouroit marquer ſur une des faces de ladite jauge les pieds & pouces, & ſubdiviſer chaque pouce en quatre: ce qui donneroit un ſecond moyen de jauger les tonneaux, qui ſervira comme de preuve. On marquera les pieds par des chifres romains, & les pouce par d'autres chifres plus petits.

Nous avons dit ci-devant, que la pinte de Paris contient 61 pouces cylindriques. C'eſt pourquoi ayant réduit la ſolidité du vaiſſeau en pouces cylindriques, il faudra les diviſer par 61, pour avoir le nombre des pintes qu'il contient. Un exemple ou deux vont donner tout l'éclairciſſement neceſſaire.

Soit, par exemple, la longueur interieure d'un tonneau 36 pouces, le diametre des fonds 23 pouces, & celui du millieu du tonneau 25. Ajoûtez ces deux diametres, leur ſomme eſt 48, dont la moitié eſt 24 pour le diametre égalé. Multipliez ce nombre 24 par lui-même, le produit eſt 576; & le multipliez encore par 36, vous trouverez 20736 pouces cylindriques leſquels étant diviſez par 61, le quotien eſt 339 pintes, & environ trois quarts.

Si les meſures dont on s'eſt ſervi pour la longueur & les diametres ſont des quarts de pouce, on diviſera le dernier produit par 3904, pour avoir le nombre des pintes.

Soit, par exemple, la longueur interieure du vaiſſeau propoſé 35 pouces & un quart, le diametre des fonds 23 pouces, & celui du mi-

milieu 25 pouces & un demi; ajoûtez enſemble ces deux diametres, leur ſomme ſera 48 & demi, & ſa moitié 24 un quart, leſquels pour la facilité du calcul vous reduirez en quarts, le nombre eſt 97 qu'il faut multiplier par lui-même, le produit ſera 9409, leſquels il faut multiplier par 141, à quoi ſe réduiſent les 35 pouces un quart de longueur, ce dernier produit ſera 1326669, lequel étant diviſé par 3904, le quotien ſera, comme ci-devant, 339 pintes, & environ trois quarts.

Conſtruction & Uſage d'une nouvelle jauge.

MOnſieur Sauveur, Maître de Mathematiques des Rois d'Eſpagne & d'Angleterre, & de Meſſeigneurs les Princes Fils de France, Profeſſeur Royal, & de l'Academie des Sciences, a bien voulu nous communiquer une nouvelle jauge de ſon invention, par le moyen de laquelle on trouve par la ſeule addition le contenu de toutes ſortes de tonneaux, au lieu que toutes les manieres de jauger qui ont paru juſqu'à preſent, ne ſe peuvent executer que par des multiplications & diviſions.

Pour conſtruire cette jauge, choiſiſſez une piece de bon bois ſec & ſans nœuds, comme de cormier ou poirier, longue d'environ 5 pieds en forme de parallelipipede rectangle, & de 6 ou 7 lignes d'épaiſſeur à chacune de ſes quatre faces qui doivent être égales. La figure 17 montre à peu près le dévelopement de ces quatre faces. *De la VII. Planche. Fig. 17.*

Sur la premiere de ces quatre faces on marquera des nombres qui ſerviront à meſurer les diametres des tonneaux.

Les diviſions de la ſeconde face ſerviront à meſurer leurs longueurs.

Les diviſions de la troiſiéme face ſeront pour le contenu des tonneaux. Enfin, on trouvera ſur la quatriéme face le nombre des ſeptiers & pintes qu'ils contiennent.

Ces diviſions ſe feront en la maniere qui ſuit.

Diviſez premierement la quatriéme face de pouce en pouce, & chaque pouce en dix parties égales. Ces petites diviſions marqueront des pintes, chifrant 1, 2, 3, 4, 5, 6, &c. & de 8 en 8 ce ſeront des ſeptiers, puiſqu'un ſeptier contient huit pintes. Sur un des bouts de cette quatriéme face on écrira pintes & ſeptiers.

On diviſera les trois autres faces par le moyen des logarithmes, comme nous allons l'expliquer.

Les diviſions de la quatriéme face ſerviront d'échelle pour la troiſiéme qui lui doit être contiguë.

Diviſion de la troiſiéme face pour le contenu.

POur placer un nombre ſur la troiſiéme face, comme, par exemple, 240, cherchez dans les logarithmes 2. 40, ou le nombre qui en approche le plus, vous le trouverez vis-à-vis 251; mettez donc 240 dans la troiſiéme face vis-à-vis 251 pintes de la quatriéme face, & ainſi des autres.

J'ai dit le nombre qui en approche le plus, car je ne trouve pas juſtement 2. 40 vis-à-vis de 251, mais en ſa place je trouve 2. 3996 qui en approche, puiſqu'il ne s'en manque que quatre unitez, en negligeant les trois dernieres figures du nombre entier marqué dans les tables des logarithmes.

Cependant pour ne rien negliger de l'exactitude neceſſaire, en faiſant ces diviſions, j'ajoûte 1 au premier chifre, & au lieu du logarithme 240, je cherche 340, vis-à-vis duquel je trouve 2512 qui ſignifie qu'il faut placer le logarithme 240 vis-à-vis de 251 diviſion des pintes, & deux parties davantage d'une pinte, qu'on doit ſuppoſer être diviſée en dix. Sur un des bouts de la troiſiéme face on écrira *Contenu.*

Diviſion de la ſeconde face pour les longueurs.

UN vaiſſeau cylindrique ayant 3 pouces 11 lignes & 1 tiers de diametre, & autant de profondeur ou de longueur, contient une pinte, meſure de Paris; c'eſt pourquoi la premiere partie de la ſeconde face qui eſt ſans diviſion, doit être de cette longueur qu'il faut poſer dix fois & plus, ſi l'on veut, le long de ladite face, en marquant ſeulement des points occultes. Une de ces parties doit être diviſée en cent ſur une regle ſeparée qui ſervira d'échelle.

Pour placer un nombre ſur la ſeconde face comme 60, cherchez dans les logarithmes le nombre 60, qui ſe trouvera entre 39 & 40, ou plûtôt vis à-vis de 3981, ſans avoir égard aux chifres 1, 2, 3, qui le precedent, & qui ſe nomment Lettres caracteriſtiques. C'eſt pourquoi je prends 98 ou 981, en eſtimant une partie diviſée en dix ſur la petite échelle diviſée en 100, & je poſe cet intervale après le troiſiéme point occulte qui marque trois centaines ou trois mille. Il faut ainſi marquer toutes les diviſions de cinq en cinq, & les ſubdiviſer en cinq parties égales. Enfin, ſur le bout de cette face, on écrira *Longueurs.*

Di-

Diviſion de la premiere face pour les diametres.

LA premiere partie de cette face qui eſt ſans diviſion, repreſente le diametre d'un vaiſſeau cylindrique contenant une pinte, meſure de Paris; c'eſt pourquoi ſa longueur doit être de trois pouces onze lignes un tiers, de même que la premiere partie de la ſeconde face.

Pour le reſte, portez-y les diviſions de la ſeconde face, mais au lieu d'écrire 5, 10, 15, 20, 25, &c. écrivez-y leur double 10, 20, 30, 40, 50, &c. & ſubdiviſez les intervales en 10, & ſur le bout de cette face écrivez *Diametres.*

U S A G E

MEſurez avec la premiere face *des diametres* le diametre moyen du tonneau : marquez ce diametre par nombres de la jauge, ajoûtant les ſubdiviſions par 10, qui ne ſont pas marquées; je ſuppoſe que le diametre moyen tombe ſur 153. 00.

Meſurez de même la longueur interieure du vaiſſeau avec la ſeconde face *des longueurs*, je ſuppoſe qu'elle tombe ſur 92. 85.
ajoûtez enſemble ces deux logarithmes, 153. 00.
92. 85.

245. 85.

Cherchez cette ſomme 245. 85. ſur la troiſiéme face du contenu, vous trouverez vis-à-vis ſur la quatriéme face 36 ſeptiers ou 288 pintes de Paris.

Pour rendre cette Meſure generale.

PEſez une pinte d'eau douce, meſure du païs; je ſuppoſe qu'elle peſe cinquante onces, poids de marc.

Cherchez 31 onces, poids de la pinte de Paris ſur la quatriéme face *des ſptiers*, ce nombre 31 répondra vis-à-dis de 239. 4. de la troiſiéme échelle.

Cherchez de même 50 ſur la quatriéme face, il répond vis-à-vis de 260. 2.

De	260. 2.	Il faut enſuite de	245. 85. trouvé ci-devant,
Oſtez	239. 4.	Oſter	20. 80.
Reſtera	20. 8.	Reſtera	225. 05.

Vis-à-vis de ce nombre 225. 05. pris dans la troiſiéme échelle du contenu, vous trouverez dans la quatriéme échelle 22 ſeptiers 2 pintes, ou 178 pintes du païs propoſé, & ainſi des autres.

Des

Des differentes Meſures du Vin.

LE poiſſon eſt la plus petite meſure, dont on ſe ſert pour meſurer le vin à Paris, il contient environ un verre de fougere d'une moyene grandeur.

Deux poiſſons font le demi-ſeptier.

La chopine contient deux demi-ſeptiers.

La pinte deux chopines.

Nous avons dit dit ci-devant ce que la pinte contient de pouces.

La quarte contient deux pintes.

Le ſeptier, huit pintes de Paris.

Le quarteau contient neuf ſeptiers.

Le demi-muid, dix-huit ſeptiers; & le muid, trente-ſix.

La demi-queuë de Champagne contient vingt-quatre ſeptiers.

La demi-queuë d'Orleans, vingt-ſeptiers.

La demi-queuë de Beaune, trente ſeptiers.

Le buſſard d'Anjou eſt de trente à trente-deux ſeptiers, & le gros buſſard en contient trente-ſix à quarante.

Le muid de Mantes contient trente-neuf à quarante ſeptiers.

La pipe, cinquante-quatre ſeptiers.

Et la pipe de Coignac ſoixante-ſix à ſeptante ſeptiers.

Il y a encore d'autres meſures rondes ou cylindriques qui ſervent à meſurer les grains, le ſel, les fruits, & autres choſes ſemblables.

Le litron, dont on ſe ſert à Paris, contient trente-ſix pouces cubes, les demis & quarts à proportion.

Le boiſſeau contient ſeize litrons.

Le minot de ſel contient quatre boiſſeaux, & doit peſer cent livres.

Le minot de bled contient trois boiſſeaux.

Le ſeptier contient quatre minots, ou douze boiſſeaux.

Le muid eſt de douze ſeptiers, mais celui d'avoine eſt double de celui de bled.

Le minot de charbon contient huit boiſſeaux, & la voie qui eſt un ſac, eſt de deux minots.

Le muid de plâtre contient trente-ſix ſacs, & chaque ſac trois boiſſeaux.

Toutes ces meſures doivent être raſes, & les étalons ou matrices qui ont été reglées en l'année 1669, ſe conſervent en l'Hôtel de Ville de Paris au Bureau des Meſureurs de Sel.

SEC-

SECTION VII.

Des Uſages de la ligne des Métaux.

USAGE I.

Etant donné le diametre d'une boule de quelqu'un des ſix métaux, trouver le diametre d'une autre boule de même poids, & duquel on voudra deſdits métaux.

PRenez le diametre donné, & le portez à l'ouverture des deux points marquez du caractere qui dénote le métal de la boule; & le compas de proportion demeurant ainſi ouvert, prenez l'ouverture des points cottez du caractere qui ſignifie le métal dont on veut faire la boule, cette ouverture ſera ſon diametre. Soit pour exemple AB, le diamettre d'une boule de plomb, & l'on demande le diametre d'une boule de fer qui ſoit de même poids; portez la ligne AB à l'ouverture des points ♄ qui marque le plomb, & prenez enſuite l'ouverture des points ♂ qui dénote le fer, cette ouverture donne la longueur CD pour diametre de la boule de fer d'un poids égal à celle de plomb. Fig. 18.

Si au lieu de boules on propoſe des corps ſemblables ayant pluſieurs faces, faites la même operation que deſſus pour trouver chacun de côtez homologues, les uns aprés les autres, afin d'avoir les longueurs, largeurs & épaiſſeurs des corps qu'on veut conſtruire.

USAGE II.

Trouver la proportion que les ſix métaux ont entr'eux ſelon leur péſanteur.

ON demande, par exemple quelle proportion auroient entr'eux deux corps ſemblables de même gandeur & volume, mais de differens métaux.

Prenez ſur la ligne des métaux la diſtance du centre de la charniere juſqu'au point du caractere qui dénote le métal moins peſant des deux propoſez, qui eſt toûjours le plus éloigné dudit centre; portez cette diſtance ſur la ligne des ſolides, à l'ouverture de quel nombre vous voudrez, & le compas de proportion demeurant ainſi ouvert, prenez ſur la ligne des métaux la diſtance du centre de la charniere juſqu'au point qui marque l'autre métal, & les portant ſur la ligne des ſolides, voyez ſi elle peut convenir à l'ouverture de quelque nombre, ſi elle y convient, ces deux nombres exprimeront

la proportion des deux métaux propoſez, en permutant les nombres.

Soit propoſé, par exemple, de trouver quelle raiſon a le poids d'une certaine maſſe ou lingot d'or, au poids d'un autre lingot d'argent ſemblable & de même volume. Comme l'argent peſe moins que l'or, je prends la diſtance du centre de la charniere juſqu'au point cotté ☽, & la porte à l'ouverture du cinquantiéme ſolide, puis je prends la diſtance du même centre au point marqué ☉, & trouve qu'elle convient environ à l'ouverture du vingt-ſeptiéme ſolide, peu plus, d'où je conclus que le poids de l'or eſt à celui de l'argent comme 50 à 27 un ſixiéme, ou comme 100 à 54 un tiers; c'eſt-à-dire, que ſi le lingot d'or peſe 100 liv. celui d'argent peſera 54 liv. & un tiers; & ainſi des autres métax, dont la proportion eſt exprimée plus exactement par les nombres livres & onces que peſe un pied cube de chacun de ces métaux, rapportez ci-devant en parlant de la preuve de la ligne des métaux, & en la table ci-après; ſi néanmoins on veut exprimer leur proportion par de plus petits nombres, on trouvera ſi un lingot d'or eſt ſuppoſé peſer cent marcs, qu'un lingot de plomb de même groſſeur & volume en peſera environ ſoixante & demi, un d'argent 54 un tiers. un de cuivre 47 un quart, un de fer 42 un dixiéme, & un d'étain 39.

USAGE III.

Etant donné quelque corps que ce ſoit de l'un des ſix métaux, trouver combien il faut d'un des cinq autres, métaux pour faire un autre corps ſemblable & égal au propoſé.

SOit pour exemple un reliquaire d'étain, on propoſe d'en faire un autre d'argent tout ſemblable, & de même grandeur. Premierement je peſe ce reliquaire d'étain, & trouve qu'il peſe 36 livers; c'eſt pourquoi je prends ſur la ligne des métaux la diſtance du centre du compas de proportion juſqu'au point marqué ☽, qui eſt le métal dont on veut faire le nouveau reliquaire, & porte cette diſtance à l'ouverture du trente ſixiéme ſolide qui eſt le poids ſuppoſé du reliquaire d'étain; puis je prends encore ſur ladite ligne des métaux la diſtance du centre au point marqué ♄, qui dénote le métal du reliquaire d'étain, & portant cette diſtance à l'ouverture de quelque ſolide, je trouve qu'elle convient au cinquantiéme un peu plus: ce qui me fait connoître qu'il faut environ cinquante livres d'argent & un quart, pour faire un reliquaire ſemblable, & de même grandeur que celui d'étain propoſé.

La preuve de cette operation ſe peut faire par le calcul, ſçavoir en

en multipliant reciproquement ces differens poids par ceux d'un pied cube de chacun de ces métaux, comme en cet exemple, multipliant 720 l. 12 onces, qui eſt le poids d'un pied cube d'argent par 36 l. qui eſt le poids dudit reliquaire d'étain, & enſuite multipliant 516 l. 2 onces, qui eſt le poids d'un pied cube d'étain par 50 livres un quart, qui eſt le poids du reliquaire d'argent, les produits de ces deux multiplications doivent être à peu près égaux.

USAGE IV.

Etant donnez les diametres, ou côtez de deux corps ſemblables, de divers métaux, trouver en quelle raiſon ſont les poids de ces deux corps.

SOit, par exemple, la ligne droite EF le diametre d'une boule d'étain, & GH le diametre d'une boule d'argent, il faut trouver la raiſon des poids de ces deux boules. Prenez le diametre EF, & le portez à l'ouverture des points ♃, qui dénotent le métal de cette boule; le compas de proportion demeurant ainſi ouvert, prenez l'ouverture des points ☽, qui dénotent le métal de l'autre boule; comparez cette ouverture avec le diametre GH, afin de reconnoître ſi elle lui eſt égale, car en ce cas les deux boules ſeroient de même peſanteur. Mais ſi le diametre de la boule d'argent eſt plus petit que l'ouverture des points ☽, comme eſt ici KL, c'eſt une marque que la boule d'argent peſe moins que celle d'étain, & pour connoître de combien, il faut comparer enſemble ſur la ligne des ſolides les diametres GH & KL, c'eſt pourquoi portez ladite ouverture des points ☽, qui eſt ici GH à l'ouverture de quelque ſolide, comme, par exemple, du 60me; voyez enſuite à quel autre ſolide convient le diametre KL, & ſuppoſant qu'il convienne à l'ouverture du 20me ſolide, c'eſt une marque que la boule d'argent, dont le diametre eſt KL, ne peſe que le tiers de la boule d'étain, dont le diametre eſt EF. Fig. 19.

USAGE V.

Etant donnez le poids & le diametre d'une boule, ou le côte de quelqu'autre corps d'un des ſix métaux, trouver le diametre, ou le côté homologue d'un autre corps ſemblable d'un des cinq autres métaux, lequel ſoit d'un poids donné.

SOit, par exemple, la ligne droite MN le diametre d'une boule de cuivre qui peſe dix livres, on demande le diametre d'une boule d'or qui peſe quinze livres. Il faut premierement trouver Fig. 20.

par la ligne des métaux le diametre d'une boule d'or de poids égal à celle de cuivre, & puis l'augmenter par la ligne des ſolides. Portez pour cet effet le diametre MN à l'ouverture des points ♀, qui dénote le cuivre, & prenez l'ouverture des points ☉, qui dénote l'or, marquez le diametre de la boule d'or OP du poids de dix livres, & le portez à l'ouverture du dixiéme ſolide. Prenez enſuite l'ouverture du quinziéme; cette derniere ouverture QR donnera le diametre d'une boule d'or péſant quinze livres, comme on l'a demandé.

Voici une table du poids de differentes matieres, réduit au pied & au pouce cubes.

	Le poids d'un pieds cube.		*Le poids d'un pouce cube.*		
Or	1326. liv.	4. onces.	12. onces.	2. gros.	52. grains.
Vif-argent	946.	10.	8.	6.	8.
Plomb	802.	2.	7.	3.	30.
Argent	720.	12.	6.	5.	28.
Cuivre	627.	12.	5.	6.	38.
Fer	558.	0.	5.	1.	24.
Eſtain	516.	2.	4.	6.	17.
Marbre blanc	188.	12.	1.	6.	0.
Pierre de taille	139.	8.	1.	2.	24.
Plâtre	85.	0.	0.	5.	6.
Ardoiſe	150.	0.	1.	7.	12,
Tuile	127.	0.	1.	0.	18,
Eau de Seine	69.	12.	0.	5.	12,
Eau de Mer	70.	10.	0.	6.	0.
Vin	68.	6.	0.	5.	5.
Cire	66.	4.	0.	4.	65.
Huile	64.	0.	0.	4.	43.

Fin du ſecond Livre.

Fig. 1.

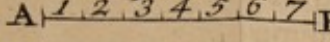


Fig. 2.

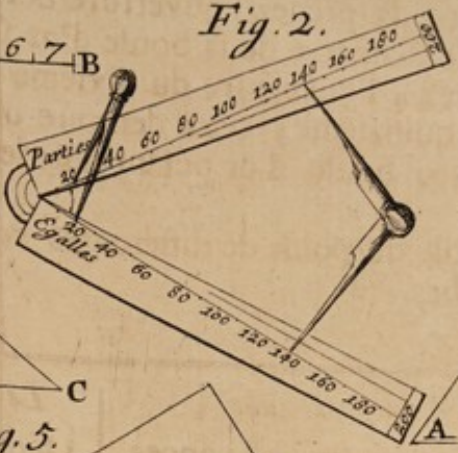
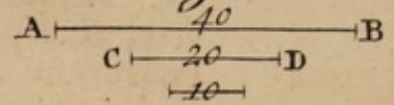


Fig. 3.



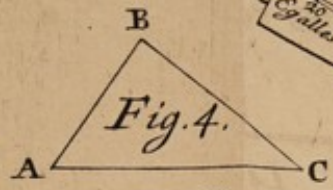


Fig. 4.

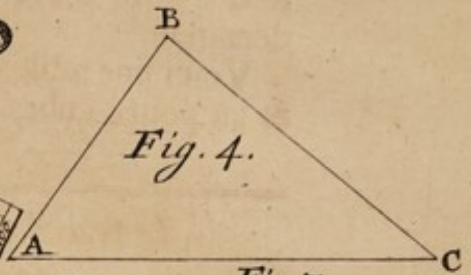


Fig. 5.

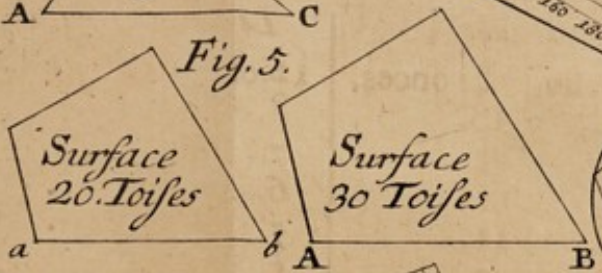


Fig. 6.

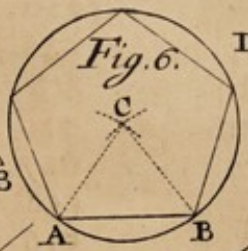


Fig. 7.

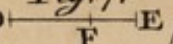


Fig. 8.

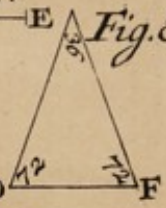


Fig. 9.

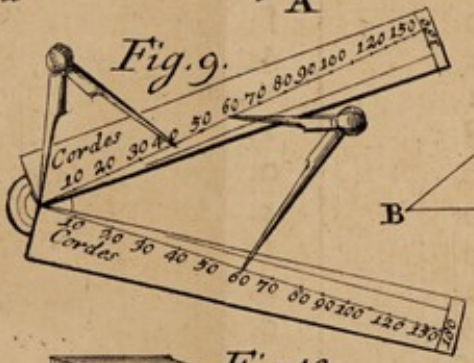


Fig. 10.

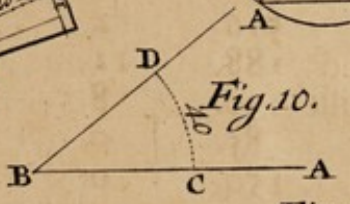


Fig. 11.

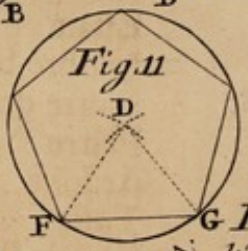


Fig. 15

Fig. 17.

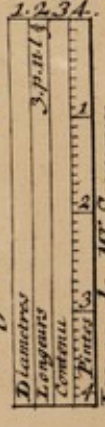


Fig. 12.

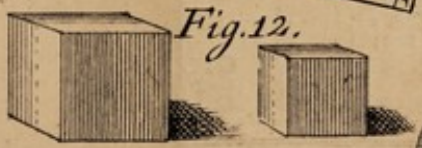


Fig. 13.

Fig. 14.

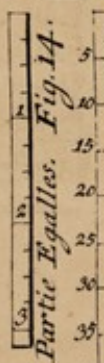
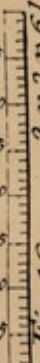


Fig. 16.



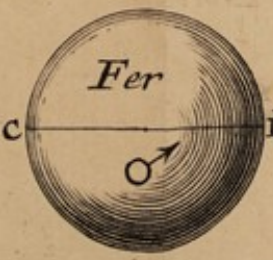


Fig. 18

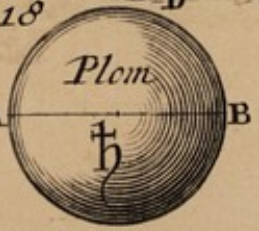
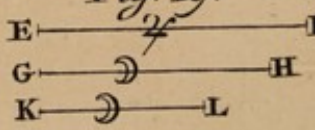


Fig. 19.



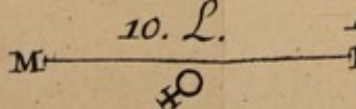
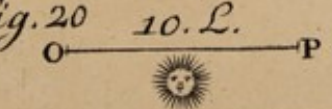
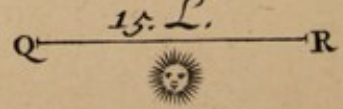


Fig. 20





DE LA CONSTRUCTION ET DES USAGES DE PLUSIEURS COMPAS ET AUTRES INSTRUMENS CURIEUX,

Qui ſervent ordinairement au Cabinet.

LIVRE TROISIÉME.

CHAPITRE PREMIER.

De la Conſtruction & des Uſages de pluſieurs differens Compas.

NOUS avons déja parlé des Compas qui ſe mettent ordinairement dans les Etuis de Mathematique, il nous reſte à parler de quelques autres que l'on y place auſſi quelquefois, dont les longueurs ſont arbitraires.

Conſtruction du Compas à pince.

CE Compas ſe nomme Compas à pince, à cauſe d'une entraille qui eſt milieu du corps, en ſorte qu'étant fermé, on l'ouvre facilement d'une main, en preſſant les doigts l'un contre l'autre. *Planche. VIII. Fig. A.* Nous avons dit que la principale bonté des compas conſiſte en ce que leurs mouvemens ſoient bien doux, & qu'ils s'ouvrent & ferment bien également; il faut pour cela que les charnieres ſoient bien fenduës & très-égales d'épaiſſeur; on ſe ſert pour cela d'une ſcie d'acier, la tête eſt fendue en deux fois, de maniere qu'il reſte au milieu un ſimple de l'épaiſſeur d'une carte à joüer; l'autre jambe du compas eſt fenduë par le milieu de la charniere, pour recevoir le

ſimple qui a été reſervé à la tête ; il faut enſuite limer & dreſſer les charnieres, en ſorte qu'elles joignent bien par tout ; on perce enſuite le compas au milieu de la tête d'un trou d'une groſſeur proportionnée à la grandeur du compas, les plus petits ſont ordinairement d'une ligne de diametre, & les plus gros environ de deux lignes, mais il faut que le clou ſoit bien rond, & qu'il rempliſſe exactement le trou de la tête. Quand il eſt rivé, on fait couler un peu de cire jaune entre les charnieres, en faiſant chaufer la tête du compas, cela empêche que le métal ne s'attache l'un contre l'autre, en l'ouvrant ou le fermant ; on y met ordinairement deux roſetes tournées qui ſervent de contrerivures ; & maintiennent la tête. La petite vis qui eſt au bas du corps du compas, ſert à avancer ou reculer la pointe d'acier tant & ſi peu que l'on veut : c'eſt ce qui fait qu'on le nomme compas de diviſion. Cette pointe eſt attachée par deux clous au haut du compas, en ſorte qu'elle fait reſſort en tournant la vis ; l'autre pointe d'acier eſt ſoudée au feu, comme toutes les autres pointes de compas qui ſont fixes. On fait pour cela auſdites pointes une entaille plate, que l'on fait entrer dans une fente faite au bas du corps du compas, en ſorte qu'elles ſe joignent bien, afin que la ſoudure les faſſe tenir fortement. On ſe ſert ordinairement de ſoudure d'argent au tiers de cuivre, c'eſt-à-dire, qu'on met deux fois plus d'argent que de cuivre ; par exemple, ſur un gros d'argent, on met un demi-gros de laiton que l'on fond enſemble dans un creuſet, & qu'on amincit enſuite au marteau de l'épaiſſeur d'une bonne carte, pour les couper enſuite en petits morceaux, pour la faire couler plus facilement ; on ſe ſert auſſi aſſez ſouvent de ſoudure de cuivre mêlée avec du zin, on fond enſemble trois quarts de laiton avec un quart de zin qu'on jette enſuite tout fondu dans l'eau froide, afin de la rendre en petite grenaille ; il faut avoir ſoin de poudrer l'endroit qu'on veut ſouder avec du borax broyé bien fin, c'eſt ce qui fait couler & penetrer la ſoudure aux jointures qu'on veut ſouder ; ce que je dis ici de la maniere de ſouder les pointes de compas, ſe doit entendre de même de toutes autres pieces qu'on veut ſouder.

Du Compas à l'Allemande.

Fig. B. CE Compas a ſes branches un peu courbées, en ſorte que les pointes ne ſe joignent que par les bouts ; il change de pointes, c'eſt-à-dire, qu'il y en a pluſieurs qui s'ajuſtent dans un petit trou quarré fait à la boëte où eſt la vis qui ſert à les tenir fermes. Il faut que ces pointes entrent bien juſte dans le petit trou quarré, afin qu'el-

qu'elles ne vacillent point. On met quelquefois à ces ſortes de compas une pointe à tire-ligne, afin de tracer des lignes groſſes ou menuës par le moyen de la petite vis qui approche ou écarte les pointes du tire-ligne; on le fait à mouvement par le moyen d'une petite charniere à peu près comme la tête du compas, afin de pouvoir mettre ladite pointe perpendiculaire ſur le papier, le compas étant peu ou beaucoup ouvert; la petite figure marquée 3 donne une idée de cette pointe; le porte-craïon marqué 2 eſt auſſi mobile, afin que le craïon ſoit auſſi à plomb dans les grandes ouvertures de compas; la pointe à roulete marquée 1 ſert à faire des lignes ponctuées; elle a auſſi un mouvement de la même maniere, & pour la même raiſon que le tire-ligne. On met dans l'un & dans l'autre de l'encre avec une plume entre les lames; afin de ne pas s'expoſer à gâter les deſſeins. Ce qu'on appelle roulete eſt une petite roüe de cuivre, ou autre métal d'environ trois lignes de diametre, autour de laquelle on fait de petites dents pointuës; elle eſt atachée au bout de deux petites lames de laiton par une petite goupille, de maniere qu'elle tourne librement, à peu près comme un éperon; les pointes des dents doivent être aſſez proches l'une de l'autre, pour ne pas faire des points trop éloignez; le reſte de ce compas ſe fait de la même maniere que celui dont je viens de parler; je dirai ſeulement qu'il doit être bien ajuſté, & limé bien plat par-tout. La beauté d'un compas conſiſte auſſi en ce qu'il ſoit bien adouci & bien poli; on ſe ſert pour cela d'une pierre douce qu'on paſſe à l'eau ſur tous les pans du compas; on prend enſuite un bâton de bois doux qu'on applatit, & qu'on paſſe bien droit ſur toutes les parties du compas avec de la potée d'émery trempée dans de l'huile ou du tripoli bien fin, on eſſuie bien après tout le compas avec un linge blanc, ou un morceau de chamois.

Conſtruction du Compas.

CE Compas eſt fait tout d'acier trempé, c'eſt-à-dire, dur par-tout en ſorte que la lime ne peut y mordre & ſa tête eſt contournée de telle maniere qu'il s'ouvre de lui-même par ſon reſſort. La vis qui le traverſe en arc, ſert à l'ouvrir & le fermer tant qu'on le veut par le moyen de l'écrou qui eſt derriere. Cette ſorte de compas eſt fort commode pour prendre de petites meſures, & faire de petites diviſions, mais ils doivent être un peu courts, & trempez de maniere qu'ils faſſent bien reſſort, & qu'ils ne caſſent pas. Fig. 6.

Con-

Conſtruction du Compas d'Horlogeur.

Fig. D. CE Compas eſt nommé Compas d'Horlogeur; il eſt fort & ſolide, car ſon uſage ordinaire eſt de ſervir à couper le carton, le cuivre, & autres choſes ſemblables. Le quart de cercle qui le traverſe eſt pour l'arrêter fixement à une ouverture, en ſerrant la vis qui apuie ſur ledit quart de cercle qui eſt le plus ſouvent d'acier; l'écrou qui eſt à ſon extremité ſert à ouvrir & fermer le compas tant & ſi peu qu'on le veut, en tournant ledit écrou qui doit être rivé de telle maniere à la branche du compas, qu'il faſſe avancer ou reculer l'autre branche; les quatre pointes doivent être d'acier bien trempé, comme nous allons l'expliquer. Celle marquée 1 eſt limée en talu à peu près comme un burin, pour couper le cuivre; celle marquée 2 eſt faite en maniere de champignon pointu, pour remplir les centres de differentes grandeurs; les deux autres pointes ſont comme à l'ordinaire, excepté qu'elles doivent être fortes à proportion des compas; le reſte de la conſtruction eſt comme ci-devant.

Pour tremper les pointes de compas ou autres pieces d'acier, on doit s'y prendre de differentes manieres; par exemple, les bouts des pointes des petits compas ſe trempent à la chandelle par le moyen d'un chalumeau de cuivre, car en ſouflant dedans, cela fait un raïon de flâme fort vif qui rougit en un inſtant les pointes qu'il faut tremper auſſi-tôt dans le ſuif de chandelle; alors quand les pointes ſont d'acier, elles deviennent très dures: les pointes des gros compas & autres outils d'acier ſe trempent au feu, en les faiſant rougir d'une couleur de ceriſe; les faiſant tremper en cet état dans l'eau, cette matiere devient fort dure. Je donnerai à la fin de cet Ouvrage une deſcription des principaux outils dont on ſe ſert pour faire les inſtrumens de Mathematique, & j'expliquerai en abregé les principaux uſages.

Conſtruction du Compas à trois branches.

Fig. E. CE Compas ſert à prendre trois points à la fois, pour former un triangle tel qu'il peut être, & auſſi pour placer trois poſitions à la fois d'une carte que l'on veut copier, &c.

La conſtruction de ce compas eſt à peu près comme les autres, excepté que la troiſiéme branche doit avoir un mouvement en tout ſens, & cela ſe fait par le moyen du clou tourné qui ſert à river par un bout les deux branches ordinaires, & à l'autre bout il doit y avoir une roſete & une plaque ronde qui ſert de charniere à la troiſiéme

Fig. 1. branche, qui ſe rive comme les autres compas. La petite figure 1 marque

marque comment ce clou eſt fait; ce ompas a ſes pointes d'acier comme les autres.

Du Compas à Cartes Marines.

CE Compas a ſes jambes recourbées & rélargies vers la tête, afin que l'on puiſſe l'ouvrir d'une ſeule main; ce qui ſe fait en preſſant les deux branches dans la main; ſa figure fait aſſez connoître ſa conſtruction, & nous parlerons de ſon uſage, en traitant des inſtrumens de la Navigation. Fig. F.

Conſtruction du Compas de reduction ſimple.

ON nomme ce Compas de reduction & de diviſion, à cauſe qu'il eſt fait pour diviſer une ligne, & reduire un plan du petit au grand, & du grand au petit. On en fait qui ſervent à diviſer une ligne en deux, d'autres en trois, d'autres en quatre, en cinq, &c. Il faut bien prendre garde en le conſtruiſant, que la tête ſoit percée en ligne droite avec les branches, & que le dedans des pointes d'acier n'avance pas plus l'une que l'autre. Si, par exemple, on veut faire un compas qui ſerve à prendre la moitié d'une ligne, il faut que depuis le centre du clou juſqu'à l'extremité des plus longues pointes, il y ait bien exactement deux fois la longueur des plus courtes, & ainſi à proportion des autres meſures. Le compas de la figure G eſt fait pour prendre le tiers d'une figure, c'eſt pourquoi depuis le centre marqué 5 juſqu'aux deux extremitez des pointes marquées 2, il y a trois fois la longueur depuis le même centre juſqu'aux extremitez des petites pointes marquées 3 & 4; en ſorte que ſi l'on veut avoir le tiers de la ligne 2, 2, il faut prendre toute ſa longueur avec le plus grand côté du compas, lequel reſtant ainſi ouvert, les plus petites branches donneront le tiers qui ſera la ligne 3, 4. Fig. G.

Conſtruction du Compas de reduction à tête mobile.

CEt inſtrument eſt une autre ſorte de compas de reduction ou de diviſion à tête mobile; il ſert à diviſer une ligne propoſée en parties égales, comme auſſi à diviſer la circonference de tout cercle, pour y inſcrire tout polygone regulier. Fig. H.

Cette ſorte de compas eſt compoſée de deux jambes égales, dont chacune eſt garnie de deux pointes d'acier. Ces jambes ſont évidées pour y faire couler une eſpece de boëte, au milieu de laquelle il y a une vis qui ſert de clou pour les joindre, & les ſerrer en divers endroits avec l'écrou; mais il faut que les branches ſoient évi-

dées bien juſte au milieu, enſorte que le centre du clou ſoit en ligne droite avec le dedans des pointes, que la boëte coule très-juſtement au long des branches, & que la vis à tête rempliſſe exactement le trou de la boëte, afin que rien ne vacille quand il eſt ſerré avec l'écrou.

Fig. H. 1. 2. 3. La figure 1 repreſente la vis, la figure 2 marque l'écrou, la figure 3 montre la moitié de la boëte qui doit ſe joindre avec une pareille moitié. On voit par cette petite figure qu'il y a une épaiſſeur au milieu pour remplir exactement le vuide des branches; ce qui eſt ombré des deux côtez eſt pour embraſſer les deux côtez des branches, en ſorte que cette moitié de boëte doit être juſte d'épaiſſeur, & couler au long d'une des branches; elle doit être auſſi percée pour recevoir la vis; il faut ajuſter une pareille moitie de boëte à l'autre branche pour joindre les deux enſemble, & on les fait tenir ferme à telle ouverture qu'on veut par le moyen de l'écrou; la figure 1 eſt une des branches ſeparées, où ſont les diviſions des parties égales, car ſur une des jambes on marque d'un côté les chifres qui ſervent à diviſer toute ligne donnée en parties égales, & ſur l'autre jambe on marque de l'autre côté les chifres qui ſervent à inſcrire dans un cercle propoſé tout Polygone regulier.

Pour faire la diviſion des lignes en parties égales, ayez une échelle bien diviſée qui ſoit de la même grandeur que tout le compas de reduction; ou plûtôt ſervez-vous d'un compas de proportion, parce qu'il peut ſervir d'échelle de pluſieurs grandeurs.

Prenez avec un compas commun la longueur exacte d'une des jambes du compas de reduction, & la portez ſur la ligne des parties égales du compas de proportion à l'ouverture de 120, lequel reſtant ainſi ouvert, prenez avec le compas commun 40 des mêmes parties, que vous porterez ſur une de jambes du compas de reduction, & y marquerez le chifre 2, qui ſervira pour diviſer en deux parties égales toute ligne propoſée.

Le compas de proportion reſtant toûjours de la même ouverture, prenez 30 parties égales, que vous porterez ſur ladite jambe du compas de reduction, pour y marquer le nombre 3 qui ſervira pour partager en trois parties égales toute ligne propoſée.

Prenez enſuite 24 parties égales, & l'ayant porté ſur la jambe du compas de reduction, marquez-y le nombre 5, qui ſervira pour diviſer la ligne donnée en quatre parties égales.

Prenez de même 20 parties égales, & l'ayant porté ſur la jambe du compas, marquez-y le nombre 5 pour ſervir à diviſer la ligne propoſée en cinq parties égales.

La

La même ouverture du compas de proportion peut ſervir encore à diviſer en 7, en 9, & en 11 parties égales; mais pour éviter les fractions, il faudra changer ladite ouverture, pour diviſer en 6, en 8, en 10 & en 12.

Avant que de changer ladite ouverture du compas de proportion, prenez avec le compas commun quinze deſdites parties égales, que vous porterez ſur la jambe du compas de reduction, & y marquerez le nombre 7, pour diviſer toute ligne donnée en ſept.

Prenez enſuite 12, pour marquer ſur ladite jambe le nombre 9.

Prenez enfin 10, pour marquer ſur ladite jambe le nombre 11, qui ſervira pour diviſer en onze toute ligne donnée.

Mais pour diviſer en ſix, prenez avec un compas commun la longueur exacte d'une des jambes du compas de reduction; portez-la ſur la ligne des parties égales du compas de proportion à l'ouverture de 140; & ce compas reſtant ainſi ouvert, prenez l'ouverture de 20, portez-la ſur la jambe du compas de reduction, pour y marquer le nombre 6, qui ſervira pour diviſer toute ligne donnée en ſix parties égales.

Ayant pris de même la longueur entiere d'une des jambes du compas de reduction, portez-la ſur la ligne des parties égales du compas de proportion à l'ouverture de 180, & prenez en vingt, & avec cette ouverture marquez ſur la jambe du compas de reduction le nombre 8, qui ſervira pour diviſer en huit toute ligne propoſée.

Portez de même toute la longueur du compas de reduction à l'ouverture de 110, dont vous prendrez 10 pour marquer ſur la jambe du compas de reduction le nombre 10 qui ſervira pour diviſer en dix toute ligne donnée.

Portez enfin la longueur du compas de reduction à l'ouverture de 130, dont vous prendrez 10 pour marquer ſur la jambe du compas de reduction le nombre 12, qui ſervira pour diviſer toute ligne donnée en douze.

L'uſage en eſt facile: car ſi, par exemple, vous voulez diviſer une ligne droite en trois parties égales, pouſſez la boëte, en ſorte que le milieu de la vis ſe trouve juſtement ſur le point marqué 3, & l'ayant arrêté fixement ſur ce point, ouvrez le compas de reduction, en ſorte que les deux pointes des plus longues parties des jambes conviennent exactement à la longueur de la ligne droite propoſée; puis ayant tourné le compas, ſans changer ſon ouverture, les deux plus courtes parties deſdites jambes diviſeront en trois parties égales la ligne droite propoſée; & ainſi des autres.

Pour faire la diviſion des Polygones reguliers, diviſez en deux parties égales la jambe du compas de reduction; prenez avec le compas commun ſa moitié juſte, & la portez à l'ouverture des chifres 6 de part & d'autre de la ligne des Polygones du compas de proportion, lequel reſtant ainſi ouvert, prenez l'ouverture des chifres 3 pour le triangle équilateral, & portez-la ſur la jambe du compas de reduction, commençant par l'extremité de ladite jambe, ſur laquelle vous marquerez le même chifre 3; prenez enſuite l'ouverture des chifres 4 ſur le compas de proportion pour le quarré, portez-la ſur la même jambe du compas de reduction, & du même côté, pour y marquer le même nombre 4; prenez de même avec le compas commun l'ouverture des nombres 5 de part & d'autre ſur la ligne des Polygones du compas de proportion, & ayant porté cette longueur ſur la jambe du compas de reduction, marquez-y le même nombre 5 pour le Pentagone; faites la même choſe pour l'Eptagone, & pour tous les autres Polygones juſqu'au Dodecagone. Il ſeroit inutile d'y marquer l'Exagone, puiſque le demi-diametre de tout cercle diviſe ſa circonference en ſix parties égales.

Il eſt aiſé de remarquer que les côtez du triangle, du quarré, & du pentagone, ſont plus grands que le demi-diametre du cercle dans lequel on les veut inſcrire, & que les côtez de l'eptagone, octogone; & de tous les autres, ſont plus petits que le demi-diametre du cercle où ils ſont inſcrits.

L'uſage en eſt facile, & ſe pratique ainſi. Si, par exemple, vous ſouhaitez d'inſcrire un Pentagone dans un cercle propoſé, pouſſez la couliſſe en ſorte que le milieu de la vis ſoit arrêté fixement ſur le chifre 5 des Polygones. Prenez avec les plus courtes jambes du compas de reduction le demi-diametre du cercle; & tournez ledit compas, ſans y rien changer, l'ouverture des plus longues jambes diviſera le cercle en cinq parties égales.

Mais ſi l'on propoſe d'inſcrire un eptagone, arrêtez la vis ſur le nombre 7, prenez avec les plus longues jambes le demi-diametre du cercle propoſé, & retournant ledit compas, l'ouverture des plus courtes jambes diviſera le cercle en ſept parties égales.

Du Compas à couliſſe.

VIII. *Planche.* Fig. K.

CE Compas ſe nomme Compas à branche ou à couliſſe; il eſt fait d'une branche quarrée de cuivre ou d'acier bien dreſſée, longue depuis un pied juſqu'à 3 ou 4. Il y a deux boëtes de cuivre quarrées qui embraſſent exactement ladite branche, à chacune deſquel-

quelles ſe monte à vis une pointe d'acier, que l'on peut démonter pour en mettre une autre qui porte encre ou un craïon. Il y a une de ces boëtes qui coule au long de la branche, & qui s'arrête à l'endroit où l'on veut par le moyen de la vis qui appuie ſur un petit reſſort. L'autre boëte eſt preſque fixe à un des bouts, où il y a un écrou qui lui eſt attaché de maniere que le faiſant tourner autour de la vis qui eſt à l'extremité de la branche, il fait avancer ou reculer la pointe d'acier, tant & ſi peu qu'on le ſouhaite.

Ces ſortes de compas ſervent à prendre de grandes longueurs, comme auſſi à tracer bien juſte de grandes circonferences, & à les diviſer bien exactement.

Conſtruction du Compas à tracer les Ellipſes ou ovales.

CEt inſtrument eſt fait pour tracer des ovales ou ellipſes de differentes eſpeces; il eſt compoſé d'une branche de cuivre quarrée bien droite & bien égale, d'environ un pied de longueur, ſur laquelle ſont ajuſtées trois boëtes pour couler au long de ladite branche. A l'une ces boëtes ſe monte à vis une pointe d'acier ordinaire, ou bien une pour tracer à l'encre, & quelquefois un porte-craïon. On joint aux deux autres boëtes deux couliſſes à queuë d'aronde ou en talud, comme la petite figure 1 le montre. Ces couliſſes s'ajuſtent au long des branches de la croix, ſur laquelle ſont attachées de petites regles à bizeaux, ou en talud par-deſſous, de même que la couliſſe à queuë d'aronde. Leſdites couliſſes qui ſont attachées par un clou rond, & qui tournent en tout ſens ſous les boëtes quarrées, font qu'en tournant le compas à verge, elles avancent ou reculent au long de la croix, mais il faut faire paſſer pour cela une des couliſſes dans une branche de la croix, & l'autre dans l'autre branche comme on voit par la figure. Fig. L;

Il faut remarquer que la diſtance qu'il y a entre les deux couliſſes, eſt la diſtance des deux foïers de l'ellipſe, car en changeant cette diſtance, elle eſt plus ou moins enflée. Aux extremitez des branches de la croix, & par-deſſous, il y a quatre petites pointes d'acier pour la faire tenir ferme ſur le papier, & au milieu de ladite croix il y a un petit quarré entaillé juſqu'aux bizeaux, pour faire paſſer les couliſſes d'une branche à l'autre, pendant le mouvement du compas. L'uſage de cette machine eſt fort facile, parce qu'en faiſant faire un tour au compas à verge, la pointe à encre ou au craïon trace l'ovale ou l'ellipſe telle qu'on la ſouhaite. Sa figure fait aſſez connoître ſa conſtruction & ſon uſage.

Du Compas d'épaiſſeur & à repeter les groſſeurs.

CEtte figure repreſente un compas d'épaiſſeur & de repetition. Il ſert à faire connoître l'épaiſſeur de ce qui eſt engagé ſous des rebords, comme ſeroit les rebords d'un canon, d'un tuyau, & autres choſes ſemblables; ce que l'on ne pourroit pas faire ſi le compas n'avoit que deux pointes; il eſt compoſé de deux pieces de
Fig. M. laiton ou autre matiere, auſquelles il y a deux pointes enflées, & deux autres plates un peu recourbées par les bouts. Pour s'en ſervir, on fait entrer une des pointes plates dans le canon, & l'autre par dehors, leſquelles étant ſerrées, les autres pointes oppoſées marquent l'épaiſſeur.

Il faut prendre garde, en le conſtruiſant, que la tête ſoit bien percée dans le centre, c'eſt-à-dire, qu'en tirant une ligne d'une pointe à l'autre oppoſée, elle paſſe préciſément par le centre, lequel la doit diviſer également, & que fermant le compas, toutes les pointes ſe joignent; on y met ordinairement de petites pointes d'acier aux extremitez.

Du Compas Spherique.

Fig. N. LE Compas Spherique ou d'épaiſſeur ne differe en rien pour ſa conſtruction des compas ordinaires, excepté que ſes jambes ſont recourbées pour prendre la groſſeur ou diametre des corps ronds, comme boulets, globles ou ſpheres, &c.

Fig. O. Enfin le Compas marqué O eſt encore un Compas d'épaiſſeur à repetition, dont les branches doivent être toutes égales en tout ſens. Sa figure fait aſſez connoître ſa conſtruction & ſon uſage.

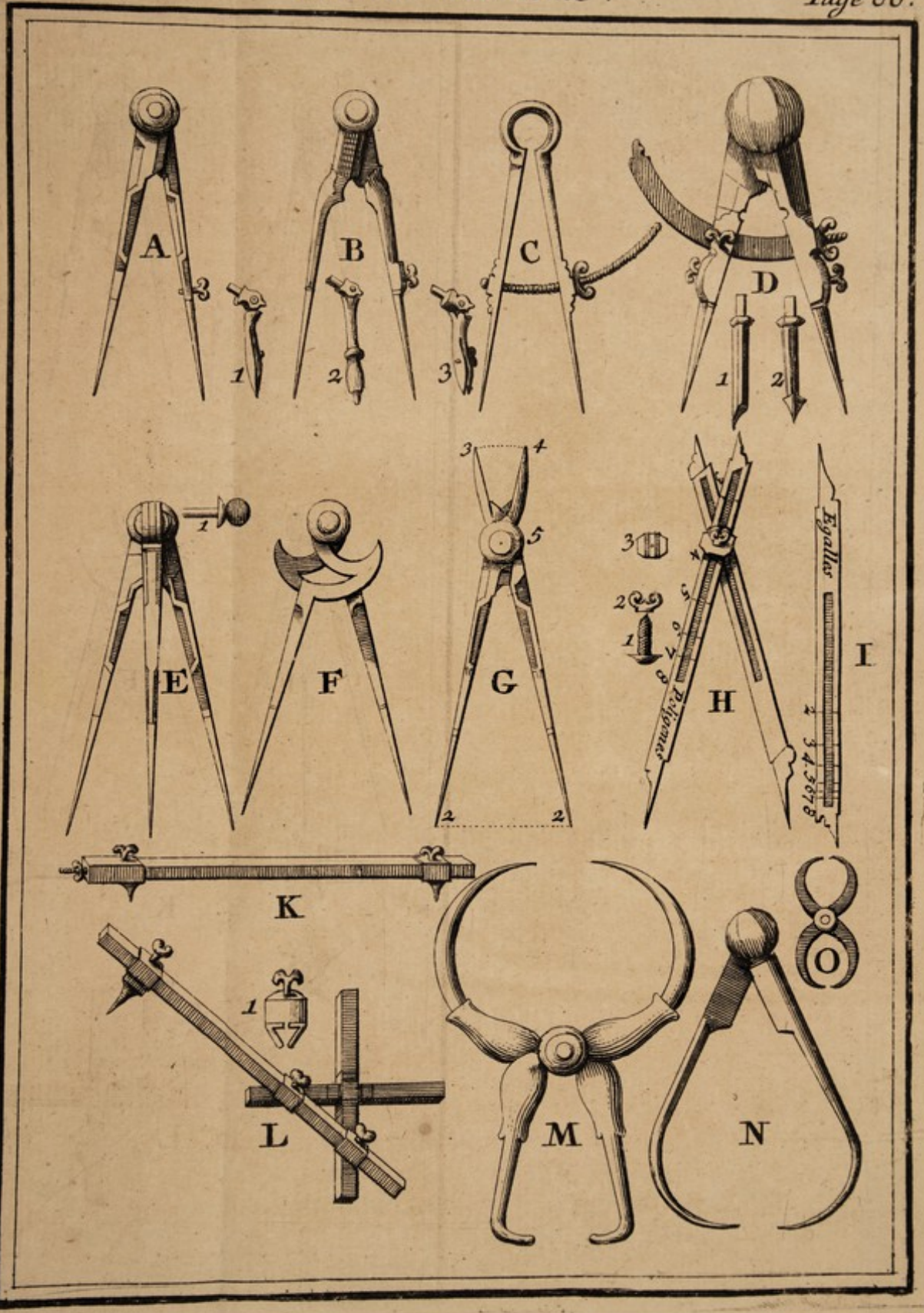
CHAPITRE II.

De la Conſtruction & Uſages de pluſieurs Inſtrumens de Mathematique, qui peuvent ſervir dans le Cabinet.

Du Porte-craïon à Compas.

IX. Planche. Fig. A. CEt inſtrument eſt nommé Porte-craïon à compas; il eſt limé à huit pans en dehors, & on les fait ordinairement de quatre, cinq & ſix pouces de long; le dedans doit être parfaitement rond, afin d'y placer & faire couler un Porte-craïon par le moyen de ſon reſſort & de ſon bouton, dont nous parlerons ci-après; à un des bouts ſe monte à vis un compas; la figure B montre la maniere dont

il


A
B
C
D
E
F
G
H
I
K
L
M
N
O
Pieds
Egalles

il eſt fait ; ſa conſtruction ne differe en rien de celle des autres compas, ſi ce n'eſt qu'il eſt rond, & qu'il y a une vis au-deſſous de ſa tête, pour le monter dans le Porte craïon. Ladite vis ſe fait par le moyen d'une filiere double, puis on la repaſſe enſuite dans une filiere ſimple, afin de ne pas forcer les charnieres des compas en les taraudant, car c'eſt à quoi on doit bien prendre garde.

On trace ordinairement ſur les pans de ce Porte craïon les lignes qui ſe mettent ſur le compas de proportion. On les prend ſur une regle d'égale longueur, que l'on a diviſée ſuivant les methodes expliquées pour le compas de proportion, & que l'on tranſporte ſur chacun des pans. L'uſage en eſt à peu près le même, ſinon qu'il ſe faut toûjours ſervir de la même grandeur ; car ſi, par exemple, il s'agit de tracer un angle de 40 degrez ſur une ligne donnée, on prend avec le compas commun l'étenduë depuis le premier point de diviſion de la ligne des cordes juſqu'au point marqué 60 ; de cette ouverture on fait un arc ſur la ligne donnée ; & enſuite on prend avec le même compas la diſtance du premier point de diviſion juſqu'au point 40, laquelle on tranſporte ſur l'arc tracé, & de ſon centre on tire une ligne qui fera avec la donnée un angle de 40 degrez, & ainſi des autres lignes.

On fait auſſi de ces ſortes de porte-craïon à compas qui ſont ronds, & ſur leſquels on marque les pouces, dont on diviſe un en douze lignes.

Conſtruction du porte-craïon à couliſſe.

CE Porte-craïon eſt rond en dedans & tourné en dehors ; on les fait auſſi quelquefois à pans, & on y marque les pouces & lignes par des traits fins qui ſe font par le moyen du tour. On prend une lame de laiton ou d'autre matiere de la longueur & largeur qu'on veut faire le porte-craïon, puis on la contourne autour d'un arbre ou verge de fil d'acier bien rond, bien droit & égal de groſſeur par tout. On ſoude enſuite la jointure de ladite lame, qu'on nomme la charniere ou corps du porte-craïon, qu'il faut tirer & faire paſſer dans une filiere à trou rond par le moyen d'un banc ; on tire ladite charniere juſqu'à ce qu'elle preſſe l'arbre d'acier partout également, afin que le dedans ſoit bien rond & égal, puis après l'avoir tourné comme la figure le montre on le fend juſqu'à environ demi-pouce des bouts, & on le perce aux extremitez de la fente & au milieu, d'un petit trou rond, pour y recevoir le bouton. La figure D eſt le dedans du porte-craïon ; aux deux extremitez on y place Fig. C.

les

les craïons qui ſont ſerrez avec de petits anneaux; le milieu doit être de la groſſeur juſte du dedans du corps marqué C, afin qu'il puiſſe y couler facilement. On entaille ladite piece, pour y placer un petit reſſort d'acier ou de cuivre bien endurci au marteau. Le millieu dud. reſſort marqué 1 eſt percé à vis pour recevoir le petit bouton marqué E; on le fait d'acier avec une vis par le bout. Au deſſus de la vis il y a un petit colet rond de la groſſeur des trous qui ſont au corps C; & au-deſſus du colet on fait une entaille de chaque côté dudit bouton, pour y faire un tenon de l'epaiſſeur de la fente dudit corps. Le haut doit être limé ou tourné en rond. Enfin, pour monter ledit porte-craïon, il faut faire entrer le dedans, en ſorte que le trou du reſſort ſoit vis-à-vis un des trous du corps, & enſuite on monte à vis le petit bouton juſqu'à ce qu'il ſoit appuïé ſur le colet rond, en telle ſorte que le tenon ſoit au long de la fente - alors en preſſant ſur ledit bouton, on fait couler le dedans du porte-craïon d'un côté & d'autre. La figure fait aſſez connoître ce que nous venons d'expliquer.

Conſtruction de la Plume ſans fin.

Fig. F. CEt Inſtrument eſt compoſé de differentes pieces de cuivre, d'argent, ou d'autre matiere; les pieces F G H étant jontes enſemble font environ 5 pouces de long; ſa groſſeur eſt à peu près de 3 lignes de diamettre. Le milieu marqué F porte la plume qui doit être fenduë & bien taillée, & ajuſtée ſur un petit tuyau taraudé à vis en dedans, lequel eſt ſoudé à un autre petit tuyau, de la groſſeur juſte du dedans du couvercle G, dans lequel eſt ſoudée une vis qui ſert à monter ledit couvercle, & en entrant dans la plume, boucher un petit trou qui eſt a l'endroit marqué 1, pour empêcher que l'encre ne ſorte, a l'autre bout du corps F il y a un petit tuyau taraudé à vis en dedans & en dehors. Celle de dehors ſert à monter le couvercle marqué A, dans lequel entre un petit porte-craïon qui ſe monte à vis au dedans du petit tuyau, dont nous venons de parler, & qui ſert à boucher l'ouverture du colet, qui eſt l'endroit par où l'on fait entrer l'encre dans le corps F, par le moyen d'un petit entonoir.

Pour ſe ſervir de ladite plume, il faut démonter le couvercle G, & un peu ſecoüer la plume, après quoi l'encre ſort doucement à meſure qu'on écrit. Il faut remarquer que l'autre côté doit être bouché du porte-craïon, car autrement la colonne d'air peſeroit ſur l'encre, & la feroit ſortir toute à la fois. Aux deux bouts ſont ſoudez deux cachets, pour y graver un chifre & des armes. La conſtruc-

truction de cette machine eſt à peu près comme le porte-craïon dont je viens de parler.

Conſtruction d'une Pince à tenir le papier.

CEtte petite machine ſert à tenir pluſieurs papiers enſemble ; elle eſt fort commode quand on veut calquer quelque deſſein, on en met aux quatre coins du papier. Elle eſt faite de deux lames de cuivre bien battuës au marteau, pour les rendre plus dures ; elles ſont attachées par le haut, & renforcées par une lame de laiton qui fait faire reſſort. Il y a un coulant au milieu qui ſert à preſſer les papiers, en faiſant approcher les deux bouts qui ſont élargis pour mieux tenir ce qui eſt entre deux. Toute cette piece a environ deux pouces de longueur. La figure fait aſſez connoître ſa conſtruction & ſon uſage. Fig. I.

Conſtruction du Pentographe.

L'Inſtrument, dont nous allons parler, eſt nommé Pentographe ; on le nomme auſſi Singe, parce qu'il ſert à copier toutes ſortes de deſſeins. Il eſt compoſé de quatre regles de cuivre ou de bois dur, très-égales en largeur & en épaiſſeur ; il y en a deux qui ont 15 à 18 pouces de longueur, & deux autres qui n'en ont que la moitié ; ces regles ont d'ordinaire 2 à 3 lignes d'épaiſſeur, & 5 à 6 lignes de largeur. Fig. K.

La juſteſſe de cet inſtrument conſiſte en ce que les trous qui ſont aux extremitez & au milieu des grandes regles ſoient très juſtes & en égale diſtance des trous qui ſont aux extremitez des petites, afin qu'étant montées, elles faſſent toûjours un parallelogramme parfait. Il y a ſix petites pieces de cuivre, pour monter & mettre en pratique ledit inſtrument.

La piece marquée 1 eſt un petit baluſtre de cuivre tourné, au bout duquel il y a une vis garnie de ſon écrou, qui ſert à joindre & à ſerrer les deux grandes regles enſemble. A l'autre bout il y a une petite pomme qui ſert à faire couler l'inſtrument ſur la table de côté & d'autre, ſuivant les differens mouvemens qu'on lui donne. La piece marquée 2 eſt un clou à tête tournée avec la vis & ſon écrou ; il en faut deux pareilles pour joindre les petites regles au milieu des grandes aux endroits marquez 2. La piece marquée 3 eſt une vis en bois qui eſt au-deſſous d'un petit baluſtre avec la vis & ſon écrou, pour joindre enſemble les deux petites regles à l'endroit marqué 3. La piece marquée 4 eſt un porte-craïon, ou une plume qui entre dans le baluſtre avec la vis & ſon écrou, pour le tenir ferme au bout

de la grande regle à l'endroit marqué 4. Enfin la piece marquée 5 eſt une pointe de cuivre un peu mouſſe, qui eſt jointe au baluſtre garni de ſa vis & de ſon écrou, pour le placer au bout de l'autre grande regle à l'endroit marqué 5. L'inſtrument étant monté & diſpoſé comme la figure le marque, il ne s'agit plus que d'en donner l'uſage.

Lorſqu'on veut copier un deſſein de la même grandeur que l'original, il faut diſpoſer l'inſtrument comme il paroît dans la figure K, c'eſt-à-dire, qu'il faut faire entrer la vis en bois dans la table à l'endroit marqué 3, puis mettre le papier blanc ſous le craïon marqué 4, & le deſſein ſous la pointe marquée 5 : alors il n'y a qu'à conduire ladite pointe ſur tous les traits du deſſein, en même tems le craïon trace la même figure ſur le papier blanc. Mais ſi on vouloit reduire le deſſein, & le faire plus petit de la moitié que l'original, il faudroit placer la vis en bois à un des bouts d'une grande regle, le papier blanc & le craïon au milieu, & conduire toûjours la pointe ſur tous les traits du deſſein ; le craïon executera la même choſe, mais les lignes ſeront plus petites de la moitié que celles de l'original, dont la raiſon eſt, que le craïon placé comme nous venons de dire, fait la moitié moins de chemin que la pointe : & par une raiſon contraire, ſi l'on veut faire le deſſein plus grand, comme, par exemple, double de l'original, il faut placer la pointe & le deſſein au milieu à l'endroit marqué 3, le craïon ou la plume avec le papier blanc au bout d'une des grandes regles, & la vis en bois attachée au bout de l'autre grande regle : car de cette maniere on tracera le deſſein double de l'original, ſoit un plan, une figure, ou tel autre deſſein qu'on voudra.

Pour augmenter ou diminuer le deſſein ſelon d'autres proportions, on perce pluſieurs trous ſur chaque regle en diſtances égales, ſçavoir ſur les petites regles, tout le long, & juſqu'à la moitié des grandes, afin d'y placer la pointe, le craïon & la vis toûjours en ligne droite ; c'eſt-à-dire, que ſi l'on remonte la pointe de trois trous, il faut remonter pareillement de trois trous les deux autres pieces ; mais en ce cas il faut placer à l'extremité des petites regles une vis à tête pareille à celle marquée 2, de maniere que l'inſtrument conſerve toûjours le parallelogramme.

Il eſt à remarquer que ſi l'on place la pointe & le deſſein à quelqu'un des trous d'une grande regle, & le craïon avec le papier blanc ſous un des trous de la petite regle qui fait angle, & ſe joint au milieu de la même grande regle, pour lors la copie ſera plus petite que la moitié de l'original ; mais ſi le craïon & papier ſont placez ſous un des trous de la petite regle qui eſt parallele à la grande, alors la

copie

copie ſera plus grande que la moitié de l'original. Il ſera facile de connoître toutes ces differentes proportions par l'experience.

Conſtruction du Carat, pour connoitre le poids des Perles.

CEtte petite machine ſe nomme Carat, elle ſert à connoître le poids des perles fines & bien rondes; elle eſt compoſée de cinq petites lames de laiton ou autre métal, minces, de deux pouces de longueur ſur ſix à ſept lignes de largeur. Ces lames ſont percées de pluſieurs trous ronds de differens diametres. Les trous de la premiere lame font connoître le poids des perles depuis un demi-grain juſqu'à ſept grains; la ſeconde lame marque depuis huit grains, qui ſont deux carats, juſqu'à cinq; la troiſiéme marque les carats depuis deux & demi juſqu'à cinq & demi; la quatriéme ſert depuis ſix carats juſqu'à huit; & la cinquiéme marque le poids des perles depuis ſix carats & demi juſqu'à huit & demi. IX. Planche. Fig. M.

Nous allons donner le diametre du plus petit trou & du plus grand de chaque lame, les autres ſe pouvant trouver par leurs differentes proportions; leurs diametres ſont fondez ſur l'experience de pluſieurs perles qu'on a peſées avec de petites balances bien fines.

Le petit trou qui fait connoître le poids d'une perle d'un grain a une ligne & un quart de ligne de diametre, celui de ſept grains a deux lignes & un tiers de ligne; celui qui marque le poids de deux carats a deux lignes & demie; celui qui marque 5 carats a 4 lignes; celui qui marque le poids de 2 carats & demi a 2 lignes 3 quarts & celui de 5 carats & demi a 4 lignes & 1 quart; celui qui donne le poids de 6 carats a 4 lignes 1 tiers; celui de 8 carats a 4 lignes & demie; enfin celui qui donne le poids de 8 carats & demi a 4 lignes 3 quarts.

Ces lames ſont attachées enſemble par un de leurs bouts avec un clou qui leur laiſſe la liberté de mouvoir en tous ſens, & ſe renferment entre deux autres lames de laiton, qui leur ſervent comme d'étui. La figure fait aſſez connoître le reſte de ſa conſtruction.

Les Joüailliers ſe ſervent encore de petites balances bien fines & de petits poids qu'ils nomment carats, pour peſer les diamans & autres pierres précieuſes, comme auſſi les perles qui ne ſont pas rondes. Le carat peſe 4 grains; il ſe diviſe en demi, tiers, quart, huitiéme & ſeiziéme de carat. On ſe ſert auſſi du mot de carat pour marquer le titre de l'or. Le carat d'or fin eſt la 24 ^{me} partie d'une once de pur or, lequel eſt ſi mol, qu'on ne peut le mettre en œuvre. L'or à 22 carats eſt le titre des Orfévres de Paris, c'eſt-à-dire, qu'il

y a 22 parties d'or fin & 2 parties de cuivre, afin que par cet alliage l'or ſoit plus ferme & ſe puiſſe mieux travailler.

Les Orfévres ſe ſervent du mot de denier pour ſpecifier le titre & la bonté de de l'argent ; le marc d'argent fin eſt à douze deniers ; l'argent au titre de Paris eſt à onze deniers douze grains, en comprenant les deux grains de remede qu'on accorde pour faire recevoir l'argent, comme s'il étoit au titre, étant très-difficile de faire l'alliage bien juſte, à cauſe des differens degrez du feu.

Conſtruction de l'Equerre fixe.

Fig. L. CEt inſtrument eſt nommé équerre fixe, c'eſt-à-dire, qui ne ſe plie point. Toute ſa juſteſſe conſiſte en ce qu'elle ſoit bien dreſſée, & quelle faſſe angle droit en dedans & en dehors, & pour cet effet il faut que l'interieur de chaque branche ſoit parallele à l'exterieur, quand l'inſtrument eſt juſte en dehors.

De l'Equerre pliante.

Fig. N. CEtte Equerre ſe plie dans l'angle par le moyen d'un clou rond ajuſté dans une branche qui ſert à faire mouvoir une piece mince de laiton qui ſert comme de charniere, & où eſt attachée l'autre branche avec quatre petits clous, laquelle étant ouverte à angles droits, s'appuie par un de ſes bouts ſur l'épaiſſeur de la plus grande branche, & forme l'Equerre. L'on marque ordinairement les pouces & les lignes ſur ces ſortes d'équerres. Leur principal uſage eſt pour tracer des lignes perpendiculaires, & connoître ſi une choſe eſt bien à angle droit.

Conſtruction du Pied à niveau.

Fig. O. CEt inſtrument ſe nomme Pied à niveau ; il eſt compoſé de deux branches de cuivre ou autre matiere, d'environ ſix lignes de largeur, dont l'une tourne autour de la tête de l'autre, & eſt attachée par un clou rond dans ſon centre. Elles ſont fenduës tout le long en dedans juſqu'à la moitié de leur largeur, pour y placer une languette ou petite lame de laiton, quand l'inſtrument eſt fermé. Cette languette eſt attachée à une des branches par un petit clou, pour la faire mouvoir, & quand elle eſt placée dans l'autre branche où il y a une petite goupille qui la retient, le pied demeure ouvert à angle droit, tel que la figure le montre. On ajuſte à la tête une petite plaque de laiton quarrée, afin que l'inſtrument ſerve d'equerre, on perce un petit trou au bas de l'angle de la petite plaque, pour y paſ-

paſſer une ſoie fine avec ſon plomb, laquelle tombant ſur une ligne perpendiculaire tracée au millieu de la languette ſert de niveau. On coupe les angles interieurs des branches, afin que l'inſtrument ſe puiſſe mieux appuïer ſur le plan que l'on veut niveler.

Nous ne nous arrêterons pas davantage à ſa conſtruction, la figure la faiſant aſſez connoître : Nous dirons ſeulement qu'il ſert d'équerre & de niveau de la maniere dont il eſt placé, de pied droit & de regle quand il eſt ouvert tout-à-fait.

Du pied de Roy & de differentes Meſures.

LA conſtruction du Pied de Roy pour le corps ne differe guéres de celle du compas de proportion dont nous avons ci-devant parlé. Quand on n'y veut marquer ſimplement que le pied de Paris chaque branche n'a qu'environ cinq lignes de largeur ; mais quand on y veut mettre les meſures, étrangeres on les fait plus larges. Nous allons donner le rapport du pied de Paris avec les principales meſures étrangers de l'Europe. Fig. F.

Le point eſt la douziéme partie de l'épaiſſeur d'un moyen grain d'orge ; la ligne eſt longue de 12 points ou de l'épaiſſeur d'un grain d'orge, le pouce contient 12 lignes, & le pied 12 pouces. Le pied de Roy ou de Paris eſt de 12 pouces, de ceux dont on vient de parler ; mais on le diviſe quelquefois en 720, ou en 1440 parties égales, pour mieux exprimer ſon rapport avec les meſures étrangeres, le pied de Lyon & de Grenoble eſt un peu plus grand que celui de Paris, car il contient 12 pouces 7 lignes. Le pied de Dijon eſt plus petit & ne contient que 11 pouces 7 lignes ; celui de Beſançon 11 pouces 5 lignes ; celui de Mâcon 12 pouces 4 lignes. Le pied de Roüen eſt égal à celui de Paris.

Le pied de Sedan a 12 pouces 3 lignes.

Le pied de Lorraine a 10 pouces 9 lignes.

Celui de Bruxelles a pareillement 13 pouces 9 lignes.

Le pied d'Amſterdam 10 pouces 5 lignes.

Le pied du Rhin, qui eſt fort en uſage dans les païs du Nord, a 11 pouces 7 lignes.

Celui de Londres 11 pouces 3 lignes.

Celui de Dantzic 14 pouces 7 lignes.

Celui de Suede 10 pouces 1 lignes.

Celui de Danemarc 10 pouces 9 lignes.

Le pied Romain 13 pouces 10 lignes,

Le pied de Boulogne 14 pouces 1 ligne.

Celui de Veniſe 11 pouces 11 lignes,

Celui de Milan eſt de deux ſortes, le grand a 1 pied 10 pouces, le petit 1 pied 2 pouces 8 lignes.

Celui de Turin a 1 pied 6 pouces 11 lignes.

Celui de Savoye n'a que 10 pouces.

Celui de Genéve 18 pouces.

Celui de Vienne a 11 pouces 8 lignes.

Celui de Conſtantinople contient 2 pieds 2 pouces 2 lignes.

Nous allons encore donner quelques autres meſures par rapport au pied

LA Palme Romaine à 8 pouces 2 lignes; celle de Genes a 9 pouces 1 ligne; celle de Naples a 9 pouces 9 lignes, & celle de Portugal 8 pouces 2 lignes. Le pan qui ſert de meſure en pluſieurs autres Villes d'Italie, contient 8 à 9 pouces de long.

L'Aune de Paris eſt de 3 pieds 8 pouces, L'Aune de Provence, de Montpellier & d'Avignon contient une Aune 2 tiers de celle de Paris. L'Aune de Flandres & d'Allemagne ne contient que 7 douziéme de celle de Paris.

La braſſe de Milan pour les étoſes de ſoie, eſt d'un pied 7 pouces 4 lignes; celle pour les draps & autres etoſes de laine eſt de 2 pieds 11 lignes.

La braſſe de Florence eſt d'un pied 9 pouces 6 lignes.

Le Ras de Piemont & de Luque eſt de 22 pouces.

La Verge de Seville eſt de 30 pouces 11 lignes.

La Verge d'Angleterre eſt de 33 pouces 11 lignes.

La Barre de Caſtille eſt de 31 pouces 3 lignes.

Celle de Valence eſt de 33 pouces 7 lignes.

La Varre de Madrid & celle de Portugal ſont de 3 pieds 9 lignes.

La Varre d'Eſpagne en general eſt de 5 pieds 5 pouces 6 lignes.

La Canne de Toulouſe eſt de même longueur.

La Canne de Rome contient 6 pieds 11 pouces 7 lignes.

La Canne de Naples 6 pieds 10 pouces 2 lignes.

Le Pic de Conſtantinople 2 pieds 2 pouces 2 lignes.

La Geuſe des Indes & celle de Perſe 2 pieds 10 pouces 11 lignes.

Conſtruction des Regles paralleles.

CEs inſtrumens ſe font ordinairement de cuivre ou de bois dur, comme ébene & bois de la Chine, depuis 6 pouces juſqu'à 18 de long ſur un pouce de large, & environ 2 lignes d'épaiſſeur. Il faut

ſur

ſur tout que leſdites regles ſoient bien dreſſées en tout ſens, & bien paralleles; c'eſt-à-dire, très-également larges depuis un bout juſqu'à l'autre; car c'eſt en partie d'où dépend la juſteſſe de cet inſtrument.

Nous allons donner la deſcription de deux differentes ſortes de regles paralleles également juſtes.

LEs deux regles du premier de ces deux inſtrumens ſont jointes enſemble par deux petites lames de laiton d environ 2 à 3 pouces & demi de long, & de 6 lignes de largeur, limées & façonées à peu près comme la figure le marque; elles ſont percées par les deux bouts bien également, & pour cet effet il eſt à propos de les percer l'une ſur l'autre; il faut tourner 4 clous à tête qui rempliſent exactement les trous deſdites lames, puis on trace une ligne au milieu de la largeur des regles, & on les partage en deux également, enſuite on diviſe une des moitiez dechaque regle en trois, & à la premiere meſure, en comptant du milieu, on perce un trou à chaque regle dans la ligne droite qui partage leur largeur, pour y placer une lame avec ſon clou. Enſuite les regles étant bien jointes enſemble, il faut tracer avec la pointe d'une éguille un trait autour des petites lames, toûjours ſur la ligne du milieu, & percer exactement les trous au milieu de ces traits; mais pour bien faire il n'en faut percer qu'un, & y mettre ſon clou, pour voir ſi le trait de l'autre regle eſt toûjours vis-à-vis du trou de la lame; car c'eſt ce quatriéme trou qui donne toute la préciſion à l'inſtrument, & l'ayant percé & mis le clou, on pourra verifier s'il eſt bien juſte en l'ouvrant à droite & à gauche; car ſi les regles ſont bien percées elles ſe joindront auſſi-bien d'un côté que de l'autre. Il faut avoir ſoin de river les clous doucement afin de ne rien forcer ni étendre. Fig. R.

Conſtruction d'une autre ſorte de regle parallele.

LEs regles qui compoſent cet inſtrument doivent être pareillement droites & égales d'épaiſſeur; les deux grandes ſont attachées par deux autres un peu plus courtes, percées juſte d'une même longueur par les deux bouts & par le milieu, & ajuſtées de maniere qu'elles font une eſpece de zig zag, qui en s'écartant & ſe rapprochant font auſſi écarter & rapprocher les autres regles parallelement, & ce par le moyen des trous qui ſont percez à un des bouts de chaque regle & attachez aux regles à zig-zag avec des clous à tête tournez. Les autres bouts des grandes regles ſont fendus à bîſeaux pardeſſous environ au quart de leur longueur, pour faire cou- Fig. Q.

couler les bouts des petites regles par le moyen des clous à chanfrain qui rempliſſent les biſeaux, & que l'on rive auſſi pardeſſous. Enfin on met un bouton tourné de cuivre au milieu de chaque regle de ces deux inſtrumens pour les maniere plus aiſement, le tout comme il eſt aiſe de voir par leurs figures.

Leur principal uſage eſt pour tracer des lignes parelleles, en les ouvrant ou les fermant. Elles ſont fort commodes pour les deſſeins d'Architecture & de Fortification où il y a beaucoup de lignes paralleles à tracer l'une contre l'autre.

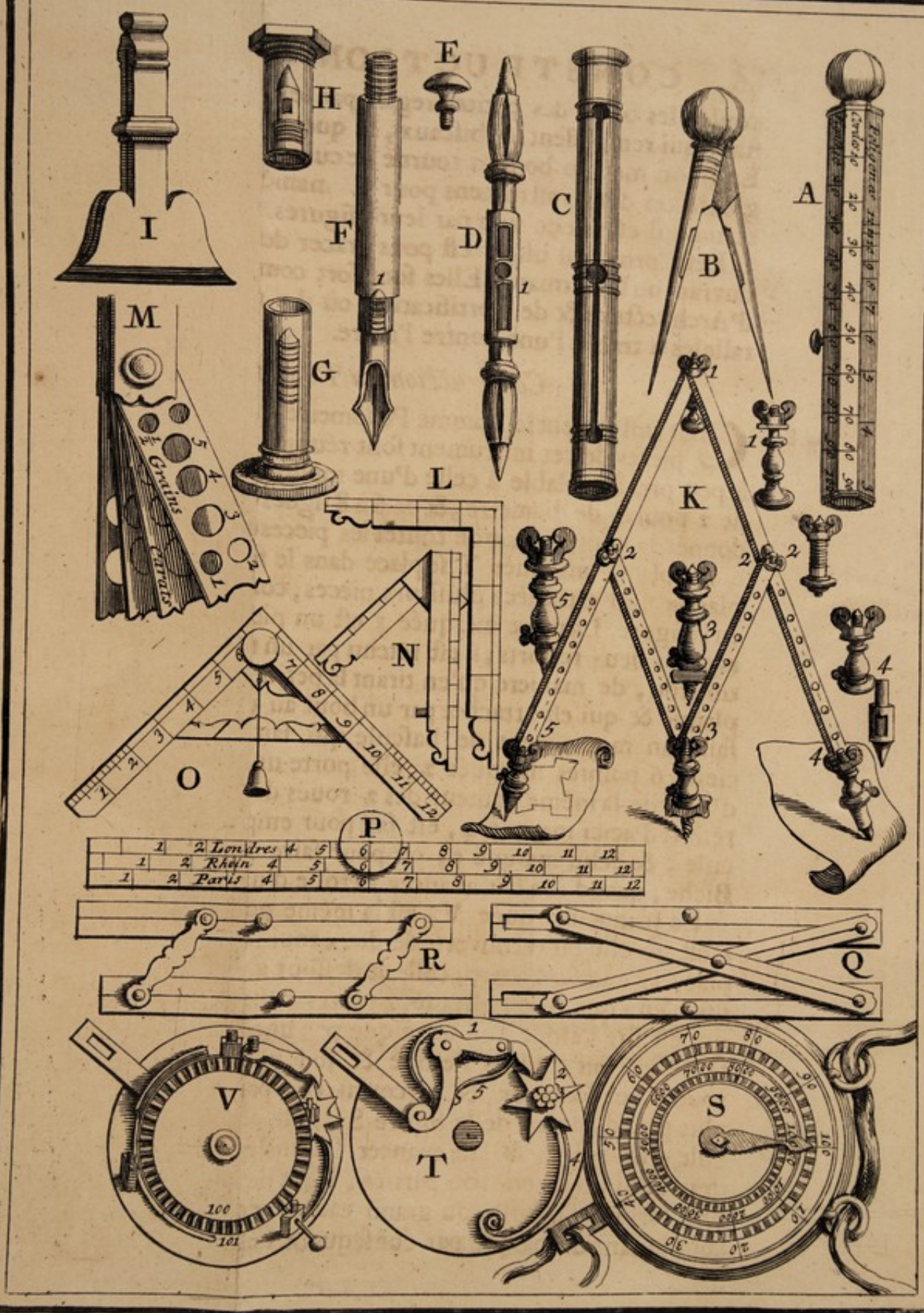
Conſtruction du Pedometre.

Fig. 8. CEt inſtrument ſe nomme Pedometre ou Compte-pas; toutes les pieces de cet inſtrument ſont réunies enſemble dans une boëte à peu près ſemblable à celle d'une montre; ſa grandeur eſt environ de 2 pouces de diametre, & de 6 à 8 lignes d'épaiſſeur. Nous allons donner la conſtruction de toutes les pieces en particulier.

La plaque marquée T ſe place dans le fond de la boëte. Sur cette plaque ſont attachées pluſieurs pieces, comme on les voit diſpoſées en la figure. La piece marquée 1 eſt un petit pied de Biche d'acier avec ſes deux reſſorts; il eſt retenu par un tenon rond qui entre dans un trou, de maniere qu'en tirant la petite lame, qui déborde ladite plaque & qui eſt attachée par un bout au pied de Biche, on lui fait faire un mouvement de baſcule qui fait tourner une étoile d'acier à 6 pointes marquée 2, elle porte un pignon de 6 dents auſſi d'acier de la même hauteur des 2 rouës dont nous allons parler. Le reſſort d'acier marqué 4, eſt fait pour empêcher que l'étoile ne recule, & celui marqué 5, eſt pour faire relever le bout du pied de Biche, quand il a fait avancer l'étoile d'une pointe.

La plaque marquée V, eſt la même que celle marquée A, ſi ce n'eſt qu'elle eſt recouverte de deux rouës d'une même grandeur, & placées l'une ſur l'autre; celle de deſſous a 101 dents, & celle de deſſus n'en a que 100; elles ſont toutes deux engrenées par le pignon qui eſt ſur l'étoile, en ſorte que par une eſpece de declic ou de détente qui fait tourner l'étoile & ſon pignon, quand la premiere rouë a fait ſon tour, & parcouru 100 parties avec ſon éguille ſur le plus grand cadran de la figure S, la rouë qui a une dent de plus recule d'un point, & fait avancer l'éguille du milieu ſur le petit cadran auſſi diviſé en 100 parties, laquelle n'acheve un de ſes tours que lorſque l'éguille du grand cadran en fait 100 des ſiens, qui ſont autant de pas, & par conſequent l'éguille du petit cadran n'a

fait


I
H
E
F
D
C
B
A
M
G
L
K
N
O
P
Londres
Rhein
Paris
R
Q
V
T
S

fait un tour entier qu'au bout 10000 pas.

Il y a 3 tenons percez & attachez à la plaque de deſſous, pour la faire tenir avec des goupilles à la plaque de deſſus, ſur laquelle ſont poſez les cadrans de la figure S.

Toute la machine eſt renfermée dans ſa boëte, recouverte d'un criſtal, & d'un côté il y a 2 anneaux pour y paſſer un ruban afin d'attacher cet inſtrument à la ceinture; & à l'autre extremité de la boëte il y a une ouverture par où paſſe la petite lame d'acier pour y recevoir un cordon qui s'attache à la jarretiere.

L'uſage de cet inſtrument eſt qu'étant ainſi attaché, à chaque tenſion du genoüil que l'on fait pour avancer un pas, le cordon tire la lame d'acier, & cette lame fait mouvoir le pied de biche, & par le même moyen l'étoile avec le pignon, en même-tems les roues font avancer l'éguille du grand cadran d'une diviſion. A l'inflexion du genoüil le reſſort ſe replace, & ſe tire de nouveau par une autre tenſion, & lorſque l'on a pris une meſure, ou qu'on a fait bien du chemin, on regarde ſur ſon cadran, & l'on écrit la quantité de pas qu'on a trouvez. Les pas ſont à peu près de deux pieds, & il eſt aiſe de s'accoûtumer en marchant de les faire juſtes de cette meſure.

Quand le terrain n'eſt pas de niveau, les pas ne ſont pas égaux; car en deſcendant ils s'allongent, & en montant ils ſe racourciſſent il faut y avoir égard, & les reformer par l'experience.

On fait auſſi de ces ſortes d'inſtruments qu'on ajuſte à une roue dont on connoît la circonference, qui eſt, par exemple, d'une toiſe, & quand ladite roue arrive à un certain point où il y a un tenon qui tire une branche de fer, le pied de biche ſe détend; & par ce moyen fait avancer les roues, qui font en même-tems avancer l'éguille d'une diviſion, & par là on connoît combien on a parcouru de toiſes.

On ajuſte auſſi le Compte pas au derriere d'un carroſſe, de telle maniere que quand la grande roue du carroſſe eſt parvenuë à un point, elle fait détendre le cliquet & fait avancer l'éguille d'une diviſion; en connoiſſant la circonference de ladite roue, on ſçait combien on a fait de chemin. M. Sauveur a perfectionné depuis peu cette derniere maniere de Compte-pas.

Conſtruction de la plate-forme, pour diviſer & fendre les roues & pignons des horloges.

L'Inſtrument marqué A de la Planche dixiéme, eſt nommé plate-forme des Horlogeurs; il ſert à diviſer & fendre ou faire les

X. *Planche.* Fig. A.

dents des rouës & les pignons des pendules & montres de poche. Cette machine eſt très-commode, & abrege beaucoup le tems aux Horlogeurs, pour fendre facilement les dents des rouës, & les diviſer bien exactement. La plaque A, eſt faite de laiton bien dreſſée de 7 à 8 pouces de diametre, & d'une ligne d'épaiſſeur; on y trace pluſieurs cercles concentriques qu'on diviſe en differens nombres pairs ou impairs, dont les plus grands ſont toûjours les plus près du bord.

Si, par exemple, on veut diviſer un de ces cercles en 120 parties égales, on les diviſe premiérement en 2, dont chaque moitié en contient 60, que l'on ſubdiviſe encore en 2, dont chaque partie en contient 30, que l'on ſubdiviſe encore en 2, chaque partie ſera de 15, leſquelles étant diviſées en 3, feront 5, enfin chacune de ces dernieres parties en 5, & par ce moyen tout le cercle ſe trouvera diviſé en 120 parties.

Mais ſi l'on veut diviſer un de ces cercles en nombre impair, comme par exemple en 81 parties égales, il faut d'abord le diviſer en 3, dont chacune ſera de 27, leſquelles étant ſubdiviſées en 3 chaque partie ſera de 9, & chacune de ces nouvelles parties en 3, & puis encore en 3, & par ce moyen le cercle ſe trouvera diviſé en 81 parties égales.

Ainſi de tout autre nombre en cherchant leurs parties aliquotes les plus convenables aux diviſions que l'on ſe propoſe de faire.

Les cercles de cette plate-forme étant diviſez, on fait avec une pointe d'acier bien fine, de petits points à chaque diviſion.

Quand on veut diviſer ſimplement une rouë d'horloge, pour la fendre à la main, on place le trou qui eſt à ſon centre à l'arbre qui fait le centre de la plate-forme, & l'ayant arrêté fixement, on trace avec une regle à centre d'acier mince, que l'on fait tourner de diviſion en diviſion d'une des circonferences convenables au nombre des dents que l'on veut avoir ſur la rouë, & elle ſe trouvera diviſée.

Enſuite on refend les dents avec une lime mince, laiſſant à peu près autant de plein que de vuide, & la rouë ſe trouve achevée.

Mais quand on veut ſe ſervir de cette machine pour fendre tout d'un coup les rouës d'horloge, elle eſt compoſée de la maniere que nous allons expliquer.

Fig. A.

La figure premiere repreſente le plan de la machine toute montée & prête à s'en ſervir. La piece marquée I, eſt le touret qui porte une rouë d'acier de l'épaiſſeur du vuide que l'on veut laiſſer entre les dents, elle eſt taillée en lime par le bord, & eſt montée ſur un arbre quarré ſur lequel il y a une petite bobine ou poulie afin de la faire tour-

tourner entre 2 pointes d'acier. L'endroit marqué 2, eſt le porte-touret, il a un mouvement aux deux exrremitez comme la tête d'un compas, afin d'élever ou baiſſer la rouë à lime.

La figure 2, repreſente le touret de face ; l'endroit marqué 1, eſt la rouë taillée en lime montée ſur ſon arbre avec la bobine entre les deux pointes qui ſont arrêtées ferme par les deux vis a tête marquées 7. A l'endroit marqué 2, eſt le mouvement pour placer le touret vis-à-vis de la rouë qu'on veut fendre. Les vis marquées 9, ſont pour arrêter le touret qu'on fait entrer dans la piece de fer marquée 3 qui eſt une eſpece de regle, par le trou quarré où aboutiſſent leſdites vis. Ladite regle eſt double ; c'eſt-à-dire, qu'il y en a une deſſus la plate-forme, & l'autre deſſous. Elles ſont d'une épaiſſeur convenable, & ſe tiennent enſemble par les deux bouts avec deux fortes vis, laiſſant un vuide entre deux ſuffiſant pour contenir la plate-forme, & y faire couler le touret, & le reſſort qui porte la pointe dont nous parlerons ci après.

La figure 3, repreſente le profil de toute la machine montée. La piece marquée 1, eſt le touret placé proche la rouë qu'on veut fendre marquée 6, ladite rouë eſt poſée au centre, & arrêtée par des vis à l'arbre qui traverſe la machine. La piece marquée 3, eſt la regle de fer ſur laquelle coulent le touret marqué 2, & le reſſort qui porte la pointe marquée 4, La piece qui eſt au-deſſous marquée 5, eſt une queuë de fer, pour tenir ferme toute la machine dans un étau, quand on s'en veut ſervir.

La figure 4, eſt une pointe d'acier bien fine & bien trempée qui entre à vis au bout d'une eſpece de reſſort qui a un mouvement circulaire pour placer la pointe dans tous les points de diviſion qui ſont ſur la plate-forme ; il y a une autre piece qui ſe rejoint ſur le reſſort afin d'appuïer par une vis la pointe & l'empêcher de ſortir de chaque diviſion où elle eſt poſée.

L'endroit marqué 3, eſt l'ouverture par où ladite piece coule le long de la regle de fer, & qu'on arrête où l'on veut, par le moyen de la vis qui eſt au bout.

Enfin la figure 5, eſt l'arbre qui ſe met au centre de la machine, & ſur lequel on poſe les rouës qu'on veut fendre en les arrêtant ferme par le moyen des écrous qui ſont deſſus & deſſous. On a pour Fig. A. l'ordinaire pluſieurs arbres de differente groſſeur à proportion des ouvertures des centres des rouës qu'on veut fendre.

L'uſage de cette machine eſt facile ; il n'y a qu'à faire tenir ferme les rouës au centre à l'endroit marqué 6, puis ajuſter le reſſort mar-

qué 4, dont la pointe doit etre placée bien juſte ſur la diviſion qui eſt autour de la circonference qui contient pareil nombre à celui des dents qu'on veut faire. On approche enſuite le touret avec ſa rouë à refendre par le moyen de la grande vis qui eſt arrêtée par un collet taraudé, & qui eſt attaché au bout de la regle de fer à l'endroit marque 5. L'autre bout de la vis qui doit être entaillé, & non taraudé, entre dans un trou rond qui eſt au bas du touret, & arrêté par une goupille, en ſorte qu'en tournant la vis on fait avancer ou reculer le touret tant & ſi peu qu'on veut. Ayant ainſi placé le touret, il n'y a qu'à faire tourner la rouë à refendre 4 ou 5 tours par le moyen d'un archet dont la corde eſt paſſée autour de la petite poulie, alors la dent ſera fenduë d'un côté, & ayant fait faire le tour de la circonference à la machine en plaçant toûjours bien juſte la pointe du reſſort dans chaque point de diviſion; & donnant toûjours à chaque point 4 ou 5 coups d'archet, la rouë ſe trouvera fenduë, & les dents bien faites: les pignons ſe fendent de même.

Il eſt à remarquer que l'on a des rouës à refendre de differente épaiſſeur conformément au vuide que l'on veut faire à chaque dent. A la fin de cet Ouvrage je donnerai la conſtruction d'une Pendule à ſecondes, où l'on verra l'utilité de cette machine.

Conſtruction des armures des pierres d'aiman, comme auſſi la maniere de tailler leſdites pierres pour les armer.

LEs figures B & C, repreſentent deux pierres d'aiman armées: la premiere en forme de parallelipipede, & la ſeconde en forme de ſphere; nous allons expliquer la maniere de les bien armer, après avoir parlé des vertus & proprietéz de cette pierre.

L'aiman eſt une pierre très-dure, & très-peſante, qui ſe trouve dans les minieres de fer, & eſt à peu près de la même couleur, c'eſt pourquoi on la met au rang des mineraux; elle à des proprietez merveilleuſes, dont l'une eſt d'attirer le fer, & l'autre de ſe diriger vers les Poles du Monde.

L'aiman attire le fer, & reciproquement le fer attire l'aiman, & même à travers des corps qui leur ſont interpoſez. Cette pierre communique auſſi au fer la faculté d'en attirer un autre; car par exemple, un anneau de fer qui a été touché d'une bonne pierre d'aiman, enleve un autre anneau par un ſimple attouchement, & ce ſecond un troiſiéme, ainſi de ſuite, & font comme une eſpece de chaîne; mais il faut que le premier anneau ſoit plus fort que le ſecond, & le ſecond plus que le troiſiéme.

On

On voit auſſi que la lame d'un couteau qui a été touchée d'un aiman enleve des éguilles, & de petits morceaux de fer. Si l'on met pluſieurs éguilles à coudre ſur une table les unes près des autres, & qu'on approche un aiman de la premiere, cette premiere ayant acquis la vertu magnetique attirera la ſuivante, & celle-ci une autre, & toutes paroîtront comme attachées les unes aux autres.

Le fer attire réciproquement l'aiman, lorſque cette pierre ſe peut mouvoir librement; car ayant mis une pierre d'aiman dans une eſpece de petit bateau leger qui puiſſe flotter ſur l'eau d'un baſſin, ſi on lui preſente un morceau de fer à une diſtance convenable, on verra que ce petit bateau fendra l'eau par la vertu de l'aiman qui veut ſe joindre au fer.

Pour éviter l'embarras de ſe ſervir de l'eau & des petits bateaux, principalement en hyver; on a depuis peu inventé une eſpece de balance magnetique qui conſiſte en un fil de laiton ou d'argent contourné en maniere d'anſe de petit ſeau; on paſſe cette anſe dans une piece en baluſtre qui ſe termine en pointe, & on la poſe ſur un petit enfoncement qui eſt au bout d'un morceau de fil de laiton ou d'argent, & qui eſt attaché à un petit pied d'eſtal, qui ſert à porter toute la machine, en ſorte qu'elle puiſſe ſe mouvoir en tous ſens. Aux deux extremitez de l'anſe ſont deux petits baſſins, dans l'un deſquels on met un aiman, & dans l'autre une boule de fer qui faſſe équilibre avec l'aiman; on peut faire avec cette petite machine les mêmes experiences qu'avec les petits beteaux; car étant poſée ſur le pivot, elle tourne très-facilement; en ſorte que préſentant le pole boreal d'un aiman au pole boreal de l'aiman placé dans le baſſin, cet aiman fuira avec beaucoup de vîteſſe celui qu'on lui préſente, & préſentant le pole boreal de l'aiman qu'on tient à la main au pole auſtral de celui qui eſt dans le baſſin, cet aiman s'approchera auſſitôt & s'arrêtera dans l'inſtant; on fait auſſi avec cette balance les mêmes choſes par les boules d'acier qu'avec les bateaux.

A l'égard de la proprieté de l'aiman, qui eſt de ſe diriger vers les Poles du Monde, on la reconnoît par l'experience ſuivante: quand on laiſſe flotter un morceau de liege avec une pierre d'aiman ſur une eau dormante, ſans qu'il y ait de fer ou autre choſe qui l'empêche de ſe mouvoir librement & de prendre ſa ſituation naturelle, on remarque qu'elle ſe diſpoſe toujours d'une même façon à l'égard du Midi & du Septentrion, de ſorte qu'un endroit de cette pierre regarde toûjours le Septentrion, & ſon oppoſé le Midi.

On doit remarquer que l'aiman ne ſe dirige pas droit au Pole du

Monde, à cauſe de ſa déclinaiſon, qui eſt à preſent de plus de 12 degrez 15 minutes Nord-Oüeſt, en ſorte que le Pole boreal de l'aiman ſe dirige à plus de 12 degrez près de celui du Monde, & ſon oppoſé également, ce qui a fait appeller Poles de l'aiman ces deux endroits qui regardent les deux Poles magnetiques du monde, & axe principal de l'aiman, la ligne droite qui s'étend d'un Pole à l'autre. C'eſt autour de cet axe que ſe manifeſte la plus grande force de l'aiman, & c'eſt aux deux Poles que ſa vertu ſe communique davantage. On a auſſi imaginé un équateur, qui eſt un cercle autour de la ſurface de l'aiman également diſtant des Poles & même des Meridiens, paſſant par ſes deux Poles principaux, & on a nommé cela Sphere magnetique.

Pour trouver les Poles principaux d'un aiman il faut percer une carte de la figure de la pierre, afin de l'enchaſſer dans le trou, en ſorte que ſon axe principal ſe trouve dans le plan de cette carte ; puis ſemer de la limaille de fer ou d'acier en la tamiſant ; enſuite de quoi on frape doucement avec uu petit bâton, afin que mettant en mouvement cette limaille la matiere magnetique lui faſſe prendre un arrangement conforme au chemin que tient cette matiere pour paſſer d'un pore boreal dans un autre pore auſtral, & on s'apercevra que cette limaille ſera rangée en forme de pluſieurs demi circonferences dont les extremitez oppoſées marqueront les Poles de l'aiman.

On peut encore connoître les Poles d'un aiman en le plongeant dans de la limaille de fer ou d'acier, ou pour le mieux dans de petits bouts de fil d'acier qu'on a coupé ; car pour lors ils feront pluſieurs differentes configurations autour de la pierre ; il y en aura qui ſeront tout-à-fait couchez, d'autres à demi courbez, & enfin d'autres tout droits ; & ces endroits de la pierre où ces petits bouts d'acier ſeront perpendiculaires, ou que la limaille ſera heriſſée, ſeront immanquablement ſes Poles, & l'endroit où ils ſe tiennent couchez marque ſon équateur.

Connoiſſant ainſi les Poles de l'aiman on déterminera leurs noms en le faiſſant flotter ſur l'eau avec un petit morceau de liege ou le ſuſpendant avec un fil, de telle ſorte que ſon axe ſoit parallele à l'horiſon ; alors le Pole de cette pierre qui ſe tournera vers le Nord du Monde ſera le Sud de laiman, & le point oppoſé ſera le Nord.

On connoîtra auſſi les Poles d'un aiman avec une bouſſole ; car preſentant une éguille aimantée à une pierre d'aiman, le bout qui aura été touché tournera auſſi-tôt vers le Pole de la pierre qui lui convient, & l'autre bout de l'éguille tournera de même vers l'autre Pole de la pierre.

Les

Les Poles de la pierre étant trouvez il eſt neceſſaire de la tailler, & lui donner une forme reguliere, en retranchant ce qui eſt inutile, ſoit avec une ſcie & de la poudre d'émery, ou bien ſur une meule de Gagne-petit, lui conſervant ſon axe le plus long qu'il ſera poſſible, & donnant à ſes Poles une figure ſemblable; pour achever de la dreſſer & adoucir, on la frotera ſur une pierre unie avec du grais ou du ſable.

Pour faire un grand nombre d'experiences, il eſt à propos de faire prendre à la pierre une figure la plus reguliere qu'il eſt poſſible, laquelle figure ſe détermine par rapport à celle de la maſſe irreguliere qu'on veut travailler; la cubique, la parallelipipede, l'ovale, & la ronde ſont les plus avantageuſes; mais il faut préferer la parallelipipede & l'ovale, à cauſe que l'axe peincipal de l'aiman en étant plus long, l'effet en ſera plus ſenſible. Si on veut tailler une pierre en forme de ſphere, il ne faut pas s'embaraſſer de chercher d'abord ſes Poles ni ſon axe; il faudra ſeulement la dégroſſir dans un baſſin de fer bien concave, ſe ſervant pour cela de poudre d'émery, puis achever de l'arondir dans une matrice ou baſſin de cuivre concave avec du grais, & enſuite pour l'adoucir on ſe ſervira de ſable fin.

La figure ſpherique d'un aiman eſt fort avantageuſe pour pluſieurs experiences; on trouve ſes Poles de la même maniere que nous avons dit ci-devant.

Mais auparavant que de ſe donner la peine de couper & de tailler une pierre d'aiman il eſt à propos de s'aſſurer de ſa bonté, en voyant ſi elle ſe charge bien de limaille de fer ou de petits morceaux d'acier, & ſi elle n'a point de matiere étrangere qui traverſe ſes pores, & qui empêche la matiere magnetique de circuler & de paſſer d'un Pole à l'autre.

La bonté d'un aiman conſiſte en deux choſes eſſentielles, qui ſont 1° d'être homogene, ayant un grand nombre de pores remplis de matiere magnetique qui les parcoure formant autour de lui un tourbillon très-étendu, & rempli d'un grand nombre de particules magnetiques. En ſecond lieu, ſa figure, comme nous avons dit, contribuë beaucoup à ſa force, étant certain que de tous les aimans de pareille bonté, celui qui ſera le mieux poli, qui aura ſon axe le plus long, & dont les Poles ſe rencontreront juſte aux deux extremitez, ſera le plus vigoureux.

Deux aimans à qui on preſente leurs Poles de divers noms, s'approchent, au lieu que quand on leur preſente leurs Poles de même nom ils ſe fuïent, étants ſur l'eau dans une petite gondole.

Si

Si un aiman eſt coupé en deux pieces parallelement à ſon axe, les côtez des piecez qui étoient enſemble avant la diviſion ſe fuïent.

Si un aiman eſt coupé en deux pieces, ſuivant ſon équateur, les côtez des pieces qui étoient enſemble avant la coupe, ſe trouvent Poles de divers noms, & s'approchent.

Un aiman fort qui en touche un foible l'attire par ſon Pole de même nom, &c.

Deſcription des Armures.

L'Armure d'un aiman taillé en parallelipipede rectangle, eſt compoſée de deux morceaux d'acier ou de fer bien doux en forme d'équerre; l'acier trempé eſt plus propre que le fer, parce que ſes pores ſont plus ſerrez & en plus grande quantité. Il faut avoir grand ſoin que les armures embraſſent & touchent bien juſtement les poles, & les faire épaiſſes, à proportion de la bonté de l'aiman : car ſi à un foible aiman on y mettoit une forte armure, elle ne feroit point d'effet, parce que la matiere magnetique n'auroit pas aſſez de force pour paſſer à travers; de même ſi l'armure d'une forte pierre étoit trop mince, elle ne pourroit pas contenir toute la matiere magnetique qu'elle devroit contenir, & par conſequent ne feroit pas tant d'effet. Fig. B.

Cela ſe reconnoît en éprouvant & limant peu à peu les armures, tant que l'on voit que l'effet s'augmente, & quand il n'augmente plus, c'eſt une marque qu'elles ſont dans une juſte proportion, & qu'elles ont l'épaiſſeur convenable. Après quoi il faut les adoucir en dedans, & les polir en dehors.

A l'égard des têtes des armures elles doivent être plus épaiſſes que le reſte, & couvrir environ les deux tiers de la longueur de l'axe.

On éprouvera de même l'épaiſſeur & la longueur qui conviendront le mieux à la pierre, en limant peu à peu.

Il faut ſur tout avoir grand ſoin que les deux têtes ſoient d'égale épaiſſeur, & que leurs baſes ſe rencontrent bien juſte dans un même plan Enſuite on ajuſtera une ceinture de laiton ou d'argent marquée 5 autour de la pierre qui ſervira à ſerrer & maintenir les armures, par le moyen des deux vis marquées 1; on mettra auſſi au-deſſus une platine de laiton, ou autre matiere, qui portera le pendant & ſon anneau, ladite platine maintiendra le haut des armures avec deux écrous aux endroits marquez 6. On ajuſte enfin un porte-poids avec ſon crochet de même matiere. Il eſt compoſé d'une lame d'acier de longueur, largeur & épaiſſeur convenables, & du côté où il doit

doit toucher les baſes des têtes des armures, il faut qu'il ſoit bien droit, bien adouci, & un peu arrondi par les bords, afin que le contact s'en faſſe mieux.

A l'égard de l'armure de l'aiman ſpherique, elle eſt compoſée de 2 coquilles d'acier qui ſe tiennent par le haut avec une charniere aux endroits marquez 6, d'une ceinture à l'endroit 5, d'un anneau à l'endroit 4, & d'un porte-poids à l'endroit 2. Il faut ſur tout que les coquilles ſoient bien fraiſées en rond par dedans, & qu'elles joignent bien juſte la ſuperficie; de maniere que chacune embraſſe bien ſes poles, & qu'elle couvre une très-grande partie de la convexité de la pierre. On connoît l'épaiſſeur & largeur qui convient à cette armure par des épreuves ſemblables à celles dont nous avons parlé cidevant. Au reſte les figures B & C font aſſez connoître ce que nous venons de dire. Fig. C.

C'eſt une choſe merveilleuſe que deux petits morceaux d'acier qui font l'armure d'un aiman, ſemblent augmenter tellement ſa force, qu'on a vû de bonnes pierres, leſquelles après avoir été armées, enlevoient plus de cent cinquante fois plus qu'elles ne faiſoient lorſqu'elles étoient nuës.

Il y a des pierres paſſablement bonnes, qui peſent nuës environ trois onces, & n'enlevent qu'une demie once de fer; mais étant armées, elles levent plus de ſept livres.

Pour conſerver un aiman on le tient dans un lieu ſec parmi de petits bouts de fil d'acier: car la limaille, qui eſt toûjours pleine de pouſſiere, le fait roüiller.

On le ſuſpend auſſi quelquefois, afin qu'ayant la liberté de ſe mouvoir, il ſe dirige vers les Poles du Monde.

Dans cette ſituation on lui met ſon porte-poids avec le crochet, auquel on attache la charge qu'il porte d'ordinaire, & de tems en tems on y ajoûte quelque petit poids nouveau; & ayant continué pendant quelques jours, on verra qu'il ſoûtient beaucoup plus de poids qu'il ne faiſoit auparavant.

Nous allons rapporter pluſieurs experiences que l'on fait ordinairement avec la pierre d'aiman.

LA premiere & la plus utile eſt celle d'aimanter les éguilles des bouſſoles. Pour le faire adroitement, on coule doucement & on tire de loin l'éguille 3 ou 4 fois ſur un des poles de l'aiman depuis ſon milieu juſqu'à ſon extremité; mais il faut remarquer que le bout de l'éguille d'une bouſſole qui a touché à un des poles de l'aiman,

man, ſe tourne vers l'endroit du Monde oppoſé à celui qui regarde ce pole; c'eſt pourquoi ſi on veut que le bout de l'éguille ſe dirige vers le Nord, il faut le faire toucher au pole de l'aiman qui regarde le Sud. Plus les éguilles ſont longues, moins elles ont de vibration.

Cette merveilleuſe direction de l'aiman & de l'éguille aimantée vers les Poles du Monde, n'eſt connuë en Europe que depuis environ 200 ans, & les Pilotes en tirent la principale connoiſſance de leurs routes dans les grandes navigations. Ce qui eſt incommode, c'eſt que l'éguille aimantée ne ſe dirige pas toûjours exactement vers les Poles du Monde, mais qu'elle décline tantôt plus, tantôt moins vers l'Orient ou vers l'Occident, & que ſa déclinaiſon n'eſt pas même égale par tout. En l'année 1610, elle déclinoit à Paris de 8 degrez du Septentrion vers l'Orient; en 1658, elle n'y déclinoit point du tout; en 1716, elle déclinoit de plus de 2 degrez 15 minutes vers l'Occident.

Outre la déclinaiſon de l'éguille aimantée, on y remarque encore une inclinaiſon, c'eſt-à-dire, qu'une éguille de bouſſole étant en équilibre ſur ſon pivot avant que d'être aimantée, perd cet équilibre en l'aimantant, & le bout qui dans ce païs tourne au Nord, panche vers la terre, comme ſi elle étoit devenuë plus peſante de ce côté-là; c'eſt ce qui fait qu'avant que d'aimanter les éguilles, on laiſſe le côté qui doit regarder le Nord, plus leger que celui qui doit regarder le Sud. Cette inclinaiſon augmente à meſure qu'on approche du Pole, & diminuë quand on aproche de l'Equateur; tellement que ſous la Ligne équinoxiale l'éguille ſe trouve en équilibre; quand on a paſſé la Ligne pour aller vers la partie méridionale du Monde, pour lors l'autre bout de l'éguille, qui regarde le Pole du Sud, commence à pancher vers la terre, tellement que les Pilotes ſont obligez de mettre un peu de cire tantôt à un bout de l'éguille, tantôt à l'autre, pour la mettre en équilibre. Plus l'aiman ſur lequel ou touche les éguilles, a de force, plus il les fait pancher.

On fait exprès des éguilles pour obſerver cette inclinaiſon. C'eſt un morceau d'acier fort uni, traverſé par le milieu à angles droits d'un fil de laiton qui ſert à la ſoûtenir ſur deux petits pivots, à la maniere que le fleau d'une balance eſt ſoûtenu. Elle eſt d'abord miſe en équilibre; mais après qu'elle a été frotée d'un bon aiman, quand on la met dans le plan du Méridien à Paris, le bout ne l'éguille qui regarde le Nord, trebuche; & quand elle eſt arrêtée, elle incline à l'horiſon environ de 70 degrez.

Si on paſſe une lame d'acier ſur un des poles de l'aiman armé de la même maniere que nous avons dit des éguilles de bouſſoles, cette la-

lame acquiert en un inſtant la vertu magnetique, & ne la perd que peu à peu & après pluſieurs mois, à moins qu'on ne la mette au feu ; une lame d'acier étant paſſée ſur une bonne pierre, enleve juſqu'à douze à quatorze onces.

Les deux bouts de cette lame ainſi aimantée deviennent poles de divers noms ; l'un boreal, ſçavoir celui dont l'attouchement finit ſur le pole auſtral de la pierre ; & auſtral, ſi l'attouchement a été fait ſur le pole boreal de la pierre. car ſi cette lame eſt aſſez legere pour nager ſur l'eau, elle ſe dirigera, comme l'aiman, au Nord & au Sud.

Le bout de cette lame, par lequel l'attouchement a fini, leve beaucoup plus de fer que l'autre bout ; & ſi l'on paſſe une ſeule fois cette lame à contre-ſens ſur la pierre, elle ne levera plus, & aura perdu ſa vertu. Il en eſt de même d'une éguille de bouſſole, d'une lame de couteau, &c.

Deux lames aimantées ſe fuïent, & s'aprochent comme l'aiman.

Si une lame d'acier nage ſur l'eau, on la fera mouvoir comme on voudra, ſelon qu'on lui preſentera les poles d'un aiman, ou d'une autre lame aimantée.

Une éguille fine, enfilée & ſoûtenuë par un fil, fera voir ce qu'on nommé ſympathie & antipathie : car cette éguille ſera chaſſée par un pole d'un aiman, & attirée par l'autre.

L'on fera tenir debout une éguille, ſans qu'elle touche à l'aiman, en ſorte qu'on pourra paſſer entr'elle & l'aiman une piece d'argent, ou autre matiere, pourvû que ce ne ſoït pas de fer.

Si autour d'un aiman rond, ou d'une autre figure, ſuſpendu par un fil, on place circulairement pluſieurs petites éguilles de bouſſole aimantées, ſur leurs pivots, & qu'on faſſe mouvoir l'aiman en tout ſens, on verra auſſi mouvoir toutes ces éguilles d'une maniere agréable, en prenant differentes ſituations, & lorſque l'aiman ceſſera de ſe mouvoir, ces éguilles ceſſeront auſſi, en obſervant chacune à part une diſpoſition conforme à la façon dont on l'aura aimantée.

Nous avons parlé de l'arrangement de la limaille autour d'un aiman poſé ſur un carton ; il en ſera à peu près de même autour d'une lame d'acier aimantée.

Si on ſeme de la limaille ſur un carton, & qu'on paſſe un aiman deſſous, la limaille ſe dreſſera, puis ſe couchera du côté d'où vient l'aiman.

Si au lieu de limaille on met ſur un carton un ou pluſieurs bouts d'éguilles caſſées, ils ſe dreſſeront par un bout en preſentant un des poles de l'aiman ; mais ſi on preſente l'autre pole, ils feront la culbute, puis ſe redreſſeront ſur l'autre bout.

Il n'eſt pas facile de ſeparer une pouſſiere noire mêlée parmi du ſable blanc ; & le propoſer à faire à une perſonne qui n'en auroit pas le ſecret, ce ſeroit demander l'impoſſible : cependant ſi on mêle de la limaille de fer avec du ſablon d'Etampes, on les ſepare facilement avec une pierre d'aiman ou une lame d'acier aimantée : car enfonçant l'un ou l'autre dans ce mélange, on enleve à diverſes fois tout ce qu'il y a de fer parmi ce ſable, qui reſte ſeul.

Un aiman enleve une piroüete qui tourne, & dont l'axe eſt d'acier ; & ſi elle eſt un peu péſante, elle tournera plus long-tems en l'air qu'elle n'auroit fait ſur une table, où le frotement fait plûtôt ceſſer ſon mouvement. Si l'aiman a aſſez de force, la piroüete qui y tient peut en enlever une ſeconde, & toutes les deux tourneront à contre-ſens.

On peut encore faire une experience aſſez divertiſſante, en mettant dans un baſſin plat, où il y a de l'eau, de petits poiſſons, ou des cignes d'émail, qui ſont ordinairement enfilez d'un fil d'acier. On aura le plaiſir de les voir nager & courir çà & là en paſſant ſous le baſſin une bonne pierre d'aiman. On peut leur donner tel mouvement qu'on veut en promenant la pierre de differentes façons : car ſi on la tourne en ſerpentant, les poiſſons ſerpenteront ; ſi on leur preſente le pole de l'aiman, ils plongeront comme pour s'y joindre. On y peut auſſi mettre de petits ſoldats d'émail, que l'on pourra faire aprocher ou écarter les uns des autres en forme de combat, & en leur préſentant l'équateur de l'aiman ils ſe couchent & ſemblent tomber.

C'eſt une choſe aſſez curieuſe, de voir une éguille à coudre enfilée, ou une petite fleche attachée par un cheveu à l'arc d'un Cupidon, demeurer ſuſpendue en l'air à 8 ou 10 lignes de diſtance d'un bon aiman ; & quoiqu'avec le bout d'une éguille on écarte un peu plus cette fleche à droit ou à gauche, elle ſe rapproche auſſi-tôt, & par ſon agitation elle ſemble vouloir ſe joindre à cette pierre avec beaucoup de viteſſe.

Nous laiſſons pluſieurs autres experiences, parce qu'elles nous meneroient trop loin, il s'en fait plus de cent differentes. Le principal eſt d'avoir un bon aſſortiment d'aiman pour faire les plus belles & les plus curieuſes.

Conſtruction d'un Aiman artificiel.

Fig. BB. CEt inſtrument eſt de l'invention de M. Joblot. Il eſt compoſé de pluſieurs lames d'acier bien dreſſées & bien unies, miſes les unes ſur les autres. Pour le faire paſſablement bon, il en faut du moins une vingtaine, ſuivant la force de l'aiman qu'on veut faire, qui

qui ayent environ dix pouces de longueur, un pouce de largeur, & demi-ligne d'épaiſſeur : il ſeroit inutile de les faire plus épaiſſes, parce que la vertu magnetique ne ſe communique pas plus avant dans l'acier.

Ces lames étant aimantées avec une bonne pierre, on les place l'une ſur l'autre, ſuivant leurs plus larges ſurfaces, ayant leurs poles de même nom tournez du même côté formant un parallelipipede rectangle. Ces lames ſont preſſées par quatre étriers de laiton, & autant de petits coins de même matiere, marquez 3, & terminez par 2 armures de fer, de longueur, largeur & épaiſſeur convenables. La baſe de leurs têtes a environ 2 pouces de largeur. Ces armures ſont retenuës par une ceinture de laiton, & ſerrées avec des vis marquées 2. Il y a une plaque de laiton qui les couvre par deſſus, à laquelle eſt attaché le pendant avec ſon anneau, & au-deſſous eſt ſon porte-poids marqué 5. Il faut faire en ſorte que le deſſus du porte-poids faſſe un contact le plus parfait qu'il eſt poſſible avec les têtes des armures. Quand les aimans artificiels ſont bien faits, & touchez avec de bonnes pierres, ils ont autant de vertu que les bons aimans naturels, & on peut s'en ſervir pour faire les mêmes experiences.

Conſtruction du Peſon à reſſort.

CEtte machine eſt un peſon qui ſe peut porter aiſément à la poche, & dont on ſe ſert bien facilement pour peſer un poids, depuis une livre juſqu'à environ 40. Fig. D.

Cet inſtrument eſt compoſé d'un tuïau ou canon de cuivre bouché par les deux bouts, long de 4 à 5 pouces, & large de 7 à 8 lignes, dont on voit un bout marqué 3, le reſte étant ouvert pour faire voir le dedans, qui eſt un reſſort de fil d'acier trempé, fait en maniere de vis, comme un tire-boure d'arquebuſe, marqué 2. Il y a par le bout d'en haut une petite virole marquée 6, qui a un trou quarré par où paſſe une verge de cuivre marquée 1, qui eſt auſſi quarrée, & qui traverſe le reſſort, ſur laquelle verge ſont les diviſions des livres qu'on y a marquées, en mettant ſucceſſivement au crochet marqué 4 un poids d'1, 2, 3 livres, &c. ſuivant qu'on veut que le peſon porte de poids; on écrit auſſi les chifres de 5 en 5, ſur la verge, & le lieu où elle ſe trouvera coupée par le bord du trou quarré, marquera les livres; ce qui arrivera en divers points par les differens poids attachez au crochet 4, qui par leur peſanteur feront étendre & retrecir le reſſort, & en même tems ſortir en dehors une plus grande ou plus petite partie de la verge, qui doit être arrêtée par le bout d'en bas au reſſort par une petite vis.

L'uſage en eſt fort facile : car la virole à vis marquée 6, étant miſe au haut de la grande virole, le reſſort ſera dans toute ſon étenduë au long de la branche, & en mettant un poids au crochet, il fera repliſſer ledit reſſort & ſortir la branche en dehors ; alors remarquant le nombre qui ſera coupé par le bord de la petite virole, ce ſeront autant de livres que peſera ce qui ſera attaché au crochet.

La principale juſteſſe de cette machine conſiſte en la trempe du reſſort, afin qu'il ſe ploye & ſe tende ſuivant la force du poids qu'on lui veut faire porter. Il faut auſſi que le fil d'acier ſoit gros à proportion du poids que le peſon portera de livres, ce qui déterminera auſſi la groſſeur & la longueur de l'inſtrument.

Conſtruction du Peſon à fléau.

Fig. E. CEt inſtrument eſt une eſpece de Peſon ou balance de l'invention de M. Caſſini. Cette balance conſiſte en une verge ſuſpenduë par un fléau en ſon point d'équilibre 5, qui diviſe ladite verge en deux bras, comme celle des balances communes. Chacun de ces bras eſt diviſé en parties égales ſuivant la longueur de l'inſtrument, dont l'ordre commence du point de l'équilibre, allant vers les deux extremitez marquées 1 & 2.

L'uſage de cette balance eſt de connoître le poids & le prix des marchandiſes en même tems. Si on veut ſe ſervir de cette balance pour peſer les marchandiſes, il faut mettre à un des bras de la balance un contrepoids marqué 4, d'une livre ou d'une once, ſuivant que les marchandiſes ſe peſent par livres ou par onces, en telle maniere qu'il puiſſe couler le long du bras, comme dans les Romaines, & de l'autre côté il faut mettre un fil de ſoie pour ſoûtenir la marchandiſe. Pour en ſçavoir le poids, il faut mettre le fil de ſoie à la premiere diviſion qui eſt la plus proche du point de l'équilibre, & faiſant couler le contrepoids juſqu'à ce qu'il faſſe équilibre, il marquera dans ce point le nombre des livres ou des onces de la marchandiſe.

Si on veut ſçavoir le prix de toute la marchandiſe, à raiſon du prix convenu, comme par exemple à 7 ſols l'once ou la livre, mettez le fil qui ſoûtient la marchandiſe, à la ſeptiéme diviſion du même bras, enſuite faiſant couler le contrepoids ſur l'autre bras juſqu'à ce qu'il ſoit en équilibre, le nombre des diviſions depuis le point de ſuſpenſion juſqu'au contrepoids, ſera le nombre des ſols, ou la valeur de la marchandiſe peſée.

Pour les marchandiſes qui ne ſçauroient être peſées que dans un baſſin, prenez en un qui ſoit d'un poids connu, comme d'une once

ce ou d'une livre, le crochet pour le ſuſpendre y compris; & pour trouver le poids & le prix de la marchandiſe, faites la même choſe que vous avez faite avec le fil de ſoie, & en ôtez celui d'une livre ou d'une once, qui eſt le poids du baſſin.

La livre dont on ſe ſert à Paris eſt de 16 onces, & ſe diviſe en 2 marcs, chacun de 8 onces; l'once ſe ſubdiviſe en 8 gros, le gros en 72 grains, & le grain, qui eſt à peu près le poids d'un grain de froment eſt le plus petit poids qui ſoit en uſage.

Le quintal peſe cent livres.

Rapports du poids de Paris à ceux des Païs étrangers.

LA livre d'Avignon, Lyon, Montpellier & Thoulouſe peſe 13 onces.

La livre de Marſeille & de la Rochelle de 19 onces.

La livre de Roüen, Beſançon, Straſbourg & Amſterdam peſe 16 onces, comme celle de Paris.

La livre de Milan, Naples & Veniſe peſe 9 onces.

La livre de Meſſine & de Gennes peſe 9 onces 3 quarts.

La livre de Florence, Ligourne, Piſe Sarragoſſe, Valence peſe 10 onces.

La livre de Turin & de Modene peſe 10 onces & demie.

La livre de Londres, Anvers & Flandres peſe 14 onces.

La livre de Baſle, Berne Francfort, Nuremberg peſe 16 onces & 14 grains.

Celle de Genéve 17 onces.

Conſtruction d'une Mouſle.

L'Inſtrument marqué F eſt une mouſle double. Elle eſt compoſée de deux chapes; dont chacune porte huit poulies creuſées dans l'épaiſſeur d'un petit canal pour recevoir la corde & l'empêcher de ſe détourner. Elle eſt attachée par un bout à la chape ſuperieure, & après avoir fait le contour de toutes les poulies, l'autre bout de la corde ſe joint à la puiſſance repreſentée par une main. Quatre de ces poulies ſont portées par un même eſſieu, & quatre par un autre, auſſi-bien dans la chape ſuperieure que dans l'inferieure. Au-deſſus de la chape d'en haut il y a un anneau pour attacher la machine en un lieu fixe, & au-deſſous de la chape d'en bas il y a un autre anneau pour attacher le poids. Fig. F.

L'uſage de cette machine eſt pour élever ou attirer à ſoi de gros fardeaux, en multipliant la force de la puiſſance, laquelle augmente dans

dans la raiſon de l'unité au nombre double des poulies d'en bas : de ſorte que dans cet inſtrument, où la mouſle d'en bas contient huit poulies, ſi le poids marqué 4 peſe 16 livres, il ne faudra à peu près qu'une livre de force à la puiſſance pour faire équilibre. Je dis à peu près, parce qu'il en faut un peu plus à cauſe du frotement de la corde & des eſſieux. Les poulies de la chape d'en haut ne contribuent point à augmenter la force, mais ſeulement à faciliter le mouvement en évitant le frotement des cordes, parce qu'étant comme des leviers de la premiere eſpece, dont le point fixe eſt au milieu, la puiſſance eſt égale au poids; mais les poulies de la mouſle d'en bas ſont comme des leviers de la ſeconde eſpece, dont le point fixe eſt à un des bouts : car leur diametre eſt comme apuïé ſur un bout, & levé de l'autre; ce qui fait que chacune de ces poulies double la force, parce que la diſtance de la puiſſance eſt double de celle du poids.

Conſtruction de la Canne à vent.

CEtte machine repreſente une Canne a vent, ou même une arquebuſe, dont la difference eſt peu de choſe pour la conſtruction. Elle a environ 3 pieds de long ſur 12 ou 15 lignes de groſſeur. Le tuïau 4 eſt fait de laiton bien rond & bien ſoudé, de 4 à 6 lignes de diametre. Il eſt bouché du côté oppoſé à l'ouverture. Le creux du tuïau eſt ce que l'on nomme l'âme du canon; l'endroit marqué 1 eſt un autre tuïau auſſi de laiton tellement diſpoſé autour du premier, qu'il demeure un eſpace marqué 4, dans lequel l'air peut être enfermé. Ces deux tuïaux doivent être unis enſemble par une plaque circulaire attachée au bout & exactement ſoudée à l'un & à l'autre, pour que l'air n'en puiſſe ſortir. La piece marquée 8, eſt une ſoupape qui bouche une ouverture qui ſe peut faire du dehors en dedans, c'eſt-à-dire, qui permet à l'air de paſſer de 2 vers 1, mais non pas de retourner de 1 vers 2. Il y a encore deux ouvertures au tuïau interieur environ vers le bout, qui reſſemble à la culaſſe d'un canon ordinaire; l'une eſt marquée 6, par où l'air pouroit échaper de la cavité 4, dans l'ame du canon, s'il n'en étoit empêché par une ſoupape à reſſort, qui ne ſe peut ouvrir que de dehors en dedans, & que l'air preſſe d'autant plus contre le trou, qu'il fait plus d'effort pour ſortir. L'autre ouverture eſt marquée 5, par laquelle il y a communication du dehors de toute la machine au dedans du canon intérieur, de telle ſorte cependant que l'air que l'on a renfermé dans la cavité 4, ne peut ſortir par l'ouverture 5, en étant empêché par le moyen d'un petit bout de tuïau qui eſt ſoudé aux deux tuïaux 1 & 4.

& 4. Enfin le tuïau 2 repreſente le corps d'une ſeringue par laquelle on introduit le plus d'air qu'on peut dans l'eſpace 4, après quoi ayant fait couler une bale près le petit tuïau 5 dans l'ame à l'endroit marqué 8, la canne ou arquebuſe ſe trouve toute chargée.

Pour la décharger, il ne faut qu'enfoncer dans le petit tuïau 5, une petite cheville ou poinçon rond qui rempliſſe le trou par lequel on pouſſe la ſoupape à reſſort qui eſt à l'ouverture marquée 6 : car alors l'air qui étoit preſſé dans la cavité 4, ſe dilate, & ſortant par l'ouverture marquée 5 dans l'ame du canon, pouſſe la bale au dehors avec impetuoſité, & d'une ſi grande force, qu'elle perce une planche d'une moyene épaiſſeur.

Le piſton marqué 6, eſt à peu près ſemblable à celui d'une ſeringue. L'étrier marqué 12, qui eſt au bout, eſt fait pour paſſer le pied dedans, afin de pomper l'air plus facilement. Il faut avoir grand ſoin que le corps de la ſeringue ſoit bien juſte & bien rond, afin que l'air ne s'en retourne pas. Il eſt auſſi neceſſaire que le piſton rempliſſe très-juſte le corps de pompe, & qu'il y ait deux petits trous, afin qu'en tirant l'étrier en dehors, l'air preſſé faſſe lever une pétite plaque de cuir qui eſt attachée au bout du dit piſton, pour le laiſſer paſſer entre le piſton & la ſoupape; enſuite repouſſant le piſton en dedans, l'air ſe trouvant encore preſſé, fait lever la petite ſoupape qui bouche le trou de communication, & par ce moyen l'air paſſe dans la capacité 3 & n'en peut ſortir ſans faire ſon effet.

La canne ſe démonte en deux, à l'endroit marqué 7, par le moyen d'une groſſe vis creuſe.

La figure 10, qui eſt à part, repreſente la petite ſoupape qui bouche le trou de communication. Il y a une eſpece de vis en tire-boure, afin que par ſon reſſort elle puiſſe ſe relever & rebaiſſer, ſuivant que l'air la fait agir.

La petite figure 11, repreſente le reſſort en ſoupape. On le met en dedans du canon quand la canne eſt démontée. Il ſert à boucher le trou qui eſt à l'ame du canon. Il faut ſur tout qu'il ſoit ſi bien ajuſté, que l'air ne s'échape point du tout. On attache audit reſſort, à l'endroit qui bouche le trou, un morceau de cuir de Hongrie, afin que le trou ſoit bien bouché. L'on démonte auſſi l'étrier qui eſt au bout du piſton, pour mettre une pomme de canne ordinaire à ſa place.

Conſtruction de l'Eolipile.

CEt Inſtrument eſt fait de laiton battu & retraint en forme de boule ou poire creuſe. On ſoude une eſpece de tuïau en forme Fig. H.

de goulet, qui eſt percé d'un très-petit trou par le bout. Le vaſe n'eſt d'abord rempli que d'air, que l'on fait rarefier en l'aprochant du feu, afin qu'il en échape une bonne partie par ſa petite ouverture; enſuite on plonge l'Eolipile dans de l'eau froide, qui fait condenſer l'air contenu dans l'inſtrument, & donne paſſage à l'eau qui entre par la petite ouverture, & remplit le vuide.

Ayant ainſi rempli en partie d'eau cette Eolipile environ le tiers de ſa capacité, ſi on la poſe ſur des charbons ardens dans la ſituation ſemblable à celle que vous voyez dans la figure, l'eau qui eſt dans la partie baſſe venant à s'échaufer, ſe dilatera petit à petit, & s'élevera peu à peu en vapeurs, qui volant dans l'eſpace d'en haut, où il n'y a que de l'air, ſe chaſſent les unes les autres pour ſortir en foule par la petite ouverture, en telle ſorte que celles qui ſont auprès du trou ſortent par là avec beaucoup de viteſſe Ces vapeurs entraînant l'air avec ſoi, produiſent un vent & un ſifflement violent qui ſouffle le feu & qui continuë juſqu'à ce que toute l'eau ſoit évaporée, ou que la chaleur ſoit tout-à-fait éteinte, & ce vent a toutes les proprietez qu'on remarque dans ceux que nous ſentons au-deſſus de la ſurface de la Terre.

Conſtruction du Microſcope à liqueur.

Fig. I. L'Inſtrument marqué I eſt un Microſcope pour voir les plus petits objets & les petits animaux qui ſont dans les liqueurs. Il eſt compoſé de deux plaques de cuivre, ou d'autre métal, longues d'environ 3 pouces ſur 8 lignes de large. Elles ſont attachées enſemble par les 2 bouts avec 2 vis marquées 2, & qui ſervent à éloigner ou approcher les 2 plaques tant & ſi peu qu'il eſt neceſſaire pour laiſſer tourner une roue qui porte 6 ouvertures rondes, dans leſquelles il y a de petits verres plats pour mettre les differens objets marquez 3, 4, 5, &c. Du côté de l'œil il y a une piece de cuivre marquée 1. Elle eſt concave comme une petite coquille ronde, dont le trou qui eſt au milieu aboutit à une couliſſe qui porte une très-petite lentille ou boule de verre. Cette boule doit être bien ronde ou fort convexe & bien polie, afin de diſtinguer les objets. Le bout d'en bas de la machine eſt limé en maniere de manche pour la tenir à la main.

L'uſage de cet inſtrument eſt aſſez facile. Si les objets qu'on veut voir ſont tranſparens ſans être liquides, tels que ſont les pieds d'une puce, d'une mouche, leurs aîles, les mittes de fromages, ou autres petits animaux, comme auſſi les cheveux, leurs racines, &c. on mettra ces objets du côté de l'œil ſur les verres plats qui ſont joints à la roue,

rouë, en les faiſant tenir par leurs extremitez avec un peu d'eau gommée; & pour voir les petits animaux qui ſont dans l'urine gardée, dans le vinaigre, dans l'eau en laquelle on aura fait infuſer des grains de poivre, de la coriandre, de la paille, du foin & preſque de toutes ſortes de legumes ou herbages. Il en faut prendre une petite goute avec le bout d'un petit tuïau de verre & l'étendre ſur leſdits verres; il faut enſuite tourner la rouë & la hauſſer ou baiſſer par le moyen des vis marquées 2, & du reſſort qui eſt entre les deux plaques, qui ſert à maintenir ladite rouë dans la ſituation qu'on veut qu'elle ait, & en telle ſorte que les petits objets, ou la goute de liqueur ſoit directemeut au-deſſous de la petite boule de verre. Les choſes étant ainſi diſpoſées, prenez à la main le manche du Microſcope, & ayant appliqué l'œil dans la coquille marquée 1, vis-à-vis de la petite boule de verre, regardez fixement l'objet au grand jour, ou la nuit à la lumiere d'une bougie, tournez en même tems & peu à peu la vis du bout pour approcher ou éloigner l'objet plus ou moins de la boule de verre, juſqu'à ce que vous ayez trouvé le point de vûë dans lequel le petit objet tranſparent, ou les animaux qui nagent dans la goute de liqueur, paroiſſent très-grands & très-diſtinctement; alors vous remarquerez des choſes très-ſingulieres par la diverſité de tant d'animaux de differentes figures.

Il faut avoir bien ſoin d'eſſuïer la petite boule ou lentille de verre, afin qu'elle ſoit toûjours bien claire.

Conſtruction d'un autre Microſcope à liqueur, & autres petis objets.

JE fais des Microſcopes à liqueur de differentes façons: celui marqué K, me paroît le plus commode, il eſt compoſé d'une plaque de cuivre d'environ 3 pouces de hauteur, ſur un demi de largeur, taillée en maniere de parallelogramme, au bout de laquelle eſt un manche pour le tenir: l'endroit marqué 1, eſt une petite couliſſe percée au milieu, au trou de laquelle on place une lentille enfermée dans un petit chaſſis; on peut en mettre de differens foyers ſuivant les differens objets qu'on veut obſerver. Il eſt bon de ſçavoir que le foyer d'un verre eſt ſa diſtance juſqu'à l'objet, & que les lentilles dont on ſe ſert à ces ſortes de Microſcopes, ſont depuis demi-ligne juſqu'à quatre lignes de foyer. Fig. K.

Au derriere de ladite plaque, à l'endroit marqué 2, eſt attachée une petite branche de cuivre ou d'acier quarrée, portant une autre plaque qui coule au long de ladite branche par le moyen d'une

petite boëte, d'un reſſort & d'une vis qu'on fait tourner par le moyen d'une rouë à dents, & qui ſert à éloigner ou approcher paralelement comme on veut, ladite plaque, de celle qui porte la lentille. Vers le haut de la ſeconde plaque, qui eſt percée d'un trou aſſez grand, eſt auſſi une couliſſe où l'on place de petits verres plats ſur leſquels on a fait de petits ronds concaves pour y mettre les liqueurs de maniere qu'elles ne ſoient point emportées par la proximité de l'autre plaque. On peut ajuſter dans cette couliſſe differentes pieces pour differens objets. Il faut obſerver ſeulement, que tous ces objets répondent au centre de la lentille; de l'autre côté de ladite plaque eſt ajuſté un petit tuïau marqué 3, de cuivre, de bois ou de chagrin d'environ un pouce de diametre, & d'un ou deux de longueur, percé par les deux extremitez; mais dont le centre réponde auſſi très-juſte au centre des lentilles: on a remarqué qu'avec un pareil tuiau, ces Microſcopes avoient bien plus d'effet dans les objets tranſparens, & on y remarque aſſez diſtinctement la circulation du ſang dans la queuë des plus petits poiſſons.

L'uſage de cet Inſtrument eſt très-facile: ayant placé l'objet vis-à-vis le centre de la lentille, il n'y a qu'à mettre l'œil vis-à-vis ladite lentille au grand jour, ou vis-a-vis la lumiere d'une bougie, & approcher ou reculer l'objet par le moyen de la vis, juſqu'à ce qu'on voye l'objet diſtinctement; alors on y remarquera des choſes très-ſingulieres, & qui feront plaiſir.

Conſtruction d'un Microſcope à un verre.

Fig. L.

LE petit Inſtrument marqué L eſt un Microſcope aſſez commode. Il eſt compoſé d'une branche de laiton, ou autre métal, qui a un mouvement vers le haut pour la mettre dans la ſituation que la figure le montre. Il y a au bout une piece marquée 1, qui porte une petite lentille de verre fort convexe qui groſſit beaucoup l'objet. Elle ſe monte à vis dans une petite boëte percée au fond. La piece marquée 4, ſont deux reſſorts attachez enſemble par le milieu avec un clou rond pour leur donner le mouvement qu'on ſouhaite. Dans un des reſſorts on enfile la branche qui porte la lentille, & dans l'autre on enfile une petite branche qui porte par un de ſes bouts une piece marquée 2, qui eſt blanche d'un côté & noire de l'autre, pour mettre les differens objets. L'autre bout marqué 3, eſt une petite pince qui s'ouvre en preſſant les deux petits boutons. Elle ſert à tenir les petits animaux & autres objets. Le pied marqué 5, a environ un pouce & demi de diametre. La branche s'y

met

met à vis, afin de démonter l'inſtrument, pour qu'il ne tienne guéres de place.

L'uſage en eſt fort facile. On place les objets ſur la petite piece ronde, ou au bout de la petite pince, & on les approche de la lentille en faiſant couler le reſſort au long de la branche, juſqu'à ce que l'on voye l'objet très-diſtinctement. Alors on y remarquera des choſes qui feront plaiſir.

On voit auſſi avec ce Microſcope, les animaux qui ſont dans les liqueurs, en mettant un verre plat à la place de la petite piece ronde marquée 2, qui ſe démonte à vis.

Conſtruction d'un Microſcope à trois verres.

CEt Inſtrument eſt compoſé de trois verres; ſçavoir, le verre oculaire marqué 3, le verre du milieu 4, & la lentille ou verre objectif marqué 5. Il y a un couvercle pardeſſus pour garantir de Fig. M. la pouſſiere le verre oculaire. Ces trois verres ſont enchaſſez dans des cercles de bois & à vis pour les maintenir en leur place & pour les démonter facilement, afin de les nétoyer ſans peine.

L'oculaire & le verre du milieu ſont ajuſtez aux extremitez d'un tuïau de velin qui entre juſte dans le tuïau extérieur, afin d'allonger le Microſcope & le mettre à ſon juſte point, ſuivant une ligne qui eſt tracée autour dudit tuïau. Pour que cet inſtrument ſoit d'une grandeur raiſonnable, il faut que le verre oculaire ſoit d'environ vingt lignes de foyer, & le verre du milieu d'environ trois pouces de foyer, & placez à environ trois pouces trois lignes l'un de l'autre.

La lentille eſt placée au bout d'un cul-de-lampe de bois qui eſt collé à l'extremité du tuïau extérieur. Ladite lentille eſt enfermée dans une petite boëte percée au fond, & qui ſe démonte à vis, afin de changer de lentille, & en mettre de different foyer. Il y en a ordinairement de 2, 3, 4 & 5 lignes de foyer, & qui ſont plus ou moins convexes. La bonté de ces verres dépend d'avoir des baſſins de cuivre concaves tournez d'une juſte proportion aux verres qu'on veut travailler; comme auſſi du mouvement de la main, de la bonté de la matiere que vous employez pour les conſtruire, & ſur tout de les bien polir: on ſe ſert d'abord de grais pour les dégroſſir dans les baſſins, enſuite de ſable fin pour les adoucir, & puis de tripoli bien doux pour les polir. Je ne m'arrêterai pas davantage à la conſtruction de ces verres, le P. Cherubin en ayant ſuffiſamment parlé.

Le pied marqué 1 qui doit être un peu peſant à cauſe qu'il porte le Microſcope en l'air, eſt fait de cuivre de 4 à 5 pouces de diametre. Il y a au milieu un creux, dans lequel on met une petite piece qui eſt blanche d'un côté & noire de l'autre, on met les objets noirs ſur le côté blanc, & les blancs ſur le côte noir.

La branche eſt attachée au bord du pied, elle eſt de cuivre rond, au long de laquelle le Microſcope ſe peut hauſſer, baiſſer & tourner par le moyen du ſupport fait en double équerre marqué 2. Il y a un cercle qui eſt fortement attaché à la double équerre, & qui embraſſe bien juſte le tuïau exterieur. Il y a auſſi un reſſort d'acier qui appuie contre la branche, & fait tenir l'inſtrument à la hauteur & dans la ſituaton qu'on a beſoin.

La piece marquée 6, eſt un petit chaſſis de cuivre qui porte un morceau de glace ou de verre blanc pour mettre deſſus les objets tranſparens. Il coule auſſi au long de la branche au-deſſous du Microſcope, & eſt porté de même par une double équerre.

Enfin la piece marquée 7, eſt un verre convexe qui raſſemble dans un petit eſpace les raïons de lumiere qu'il reçoit la nuit d'une bougie allumée, & qui la refléchit vivement ſous l'objet tranſparent qui eſt ſur la glace, & le fait voir bien plus diſtinctement. Ce verre eſt enchaſſé dans un cercle de cuivre, & hauſſe, baiſſe, allonge & racourcit par le moyen d'un petit bras qui le porte, comme la figure le montre.

Uſage de ce Microſcope.

POur s'en ſervir, par exemple, à voir la circulation du ſang de quelque animal, on met un très-petit poiſſon vivant ſur la glace en telle maniere qu'une partie des nageoires de la queuë ſoit juſte vis-à-vis du verre objectif & au-deſſus du raïon du verre convexe au grand jour, ou à la lumiere de la bougie la nuit; alors plaçant le Microſcope juſte à ſon point, vous verrez le ſang monter, deſcendre ou circuler.

La petite piece marquée 9, eſt un petit canal de plomb qu'il faut mettre ſur le poiſſon, pour l'empêcher de ſauter hors de ſa place & de retirer ſa queuë du petit eſpace éclairé.

Par ce Microſcope on peut auſſi fort bien examiner les liqueurs; car ſi vous mettez une petite goute de vinaigre ſur le verre juſtement dans le milieu de l'eſpace éclairé, vous verrez très-diſtnctement les petits animaux qui y ſont. Il en ſera de même de l'eau où l'on aura fait infuſer du poivre, de l'orge, &c. comme auſſi

les

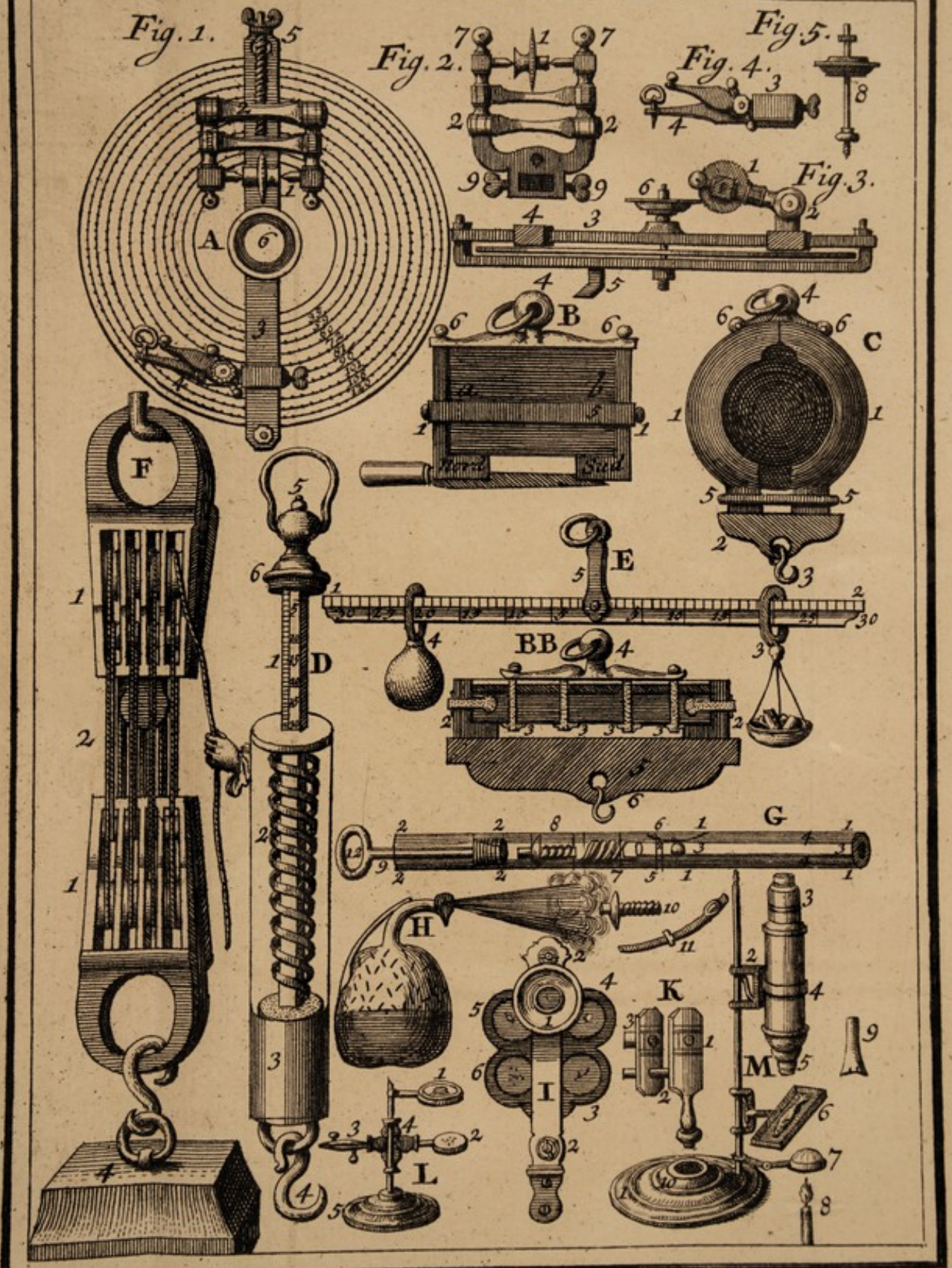
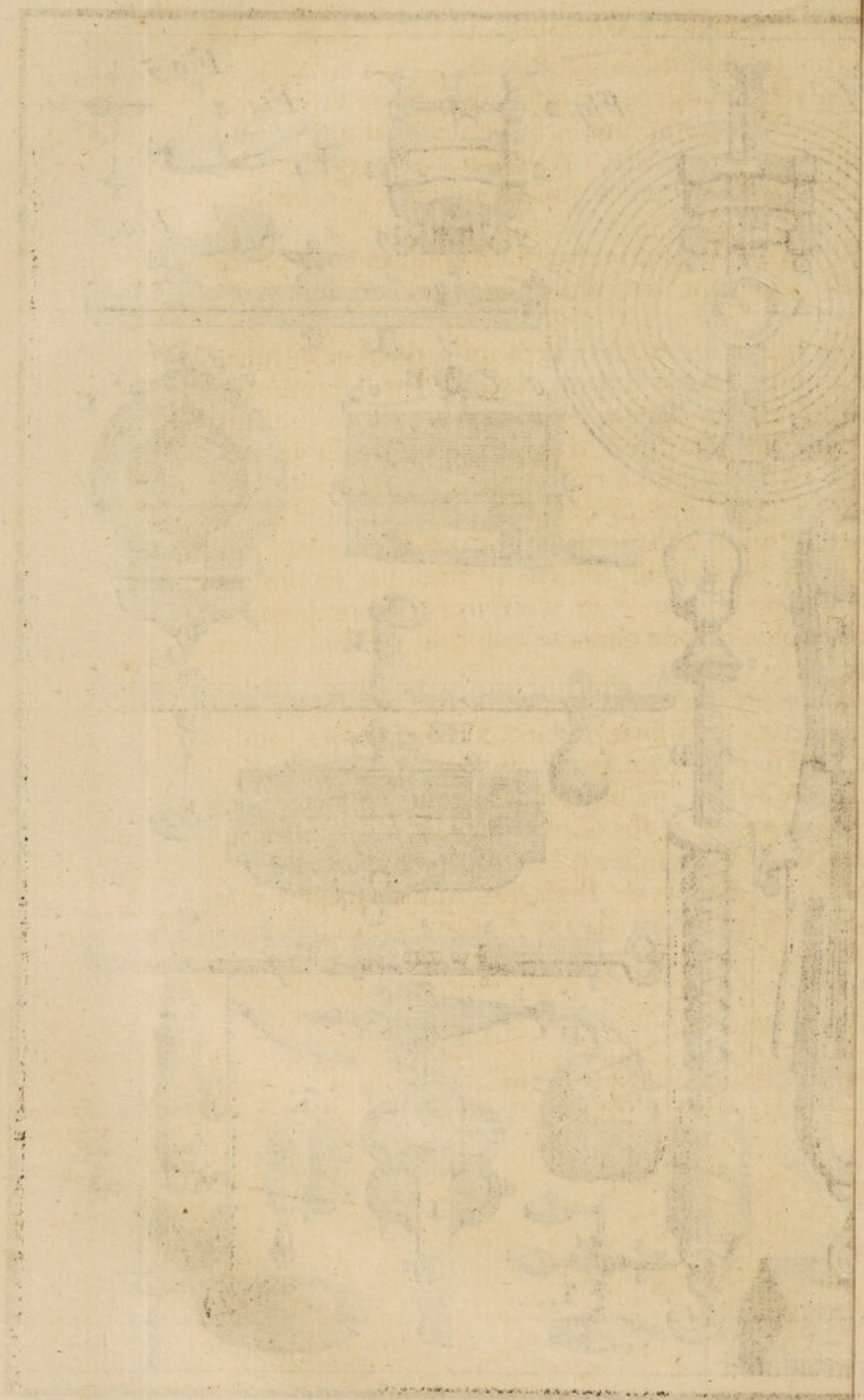


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
A
B
C
D
E
F
G
H
I
K
L
M
BB



les vers & les autres petits insectes qui sont dans l'eau croupie.

Le sang dont on veut observer ce qu'il contient de visible, se peut connoître en y en mettant une très-petite quantité & tout chaud vis-à vis le raïon de lumiere. Alors on y remarquera très-bien la serosité & les petites boules qui paroissent d'une couleur rougeâtre.

Il sera facile d'avoir du sang sur le champ. En se serrant le pouce avec un cordon, & se piquant avec une épingle, on en aura suffisamment.

Les liqueurs se mettent sur la glace avec un petit bout de tuïau de verre que l'on trempe dans la liqueur, & on la fait descendre sur la glace, soit en soufflant doucement dans le tuïau, ou en pressant du pouce par le haut: car l'air pressé dans le tuïau, presse de même la liqueur, qui est contrainte d'en sortir.

Pour retirer beaucoup d'anguilles dans une petite quantité de liqueur, il faut mettre cette liqueur dans une petite bouteille fort étroite par en haut & l'entretenir toûjous pleine; par ce moyen les animaux qui montent en haut pour y respirer, seront pompez avec le petit tuïau en plus grande quantité que si le vaisseau qui les contient étoit plus large en haut.

Les yeux de mouche, les fourmis, les poux, les puces & les mites de fromages se mettent au milieu du pied du Microscope, aussi-bien que le sable, les sels & toute autre poudre, pour examiner leurs couleurs & leurs qualitez, en observant toûjours de mettre sur le côté blanc les objets noirs, & sur le côté noir les objets blancs.

L'on suppose ici que les verres de ce Microscope soient bien travaillez & bien placez en leurs foyers. Il est bon aussi de sçavoir que l'image de l'objet & sa grandeur seront d'autant plus considerables, que la lentille sera d'un plus court foyer; mais il ne sera pas tout-à-fait si net.

Fin du troisiéme Livre.

DE LA CONSTRUCTION ET DES USAGES DES INSTRUMENS DE MATHEMATIQUE

Qui ſervent à travailler à la Campagne, pour arpenter les Terres, lever les Plans, meſurer les diſtances & prendre les hauteurs. Les plus uſitez ſont les Piquets, les Cordeaux, la Toiſe, la Chaîne, les Equerres d'Arpenteur, les Recipiangles ou Meſurangles, les Planchettes, le quart de Cercle, le demi Cercle & la Bouſſole.

LIVRE QUATRIÉME.

CHAPITRE PREMIER.

Contenant la Deſcription & les Uſages des Piquets, des Cordeaux, de la Toiſe & de la Chaîne.

XI. Planche. Fig. A.

LEs Piquets ſont de petits morceaux de bois de Cormier de deux à trois pieds de long, arrondis & pointus par un bout, que l'on garnit de fer, pour être plus facilement enfoncez en terre. On en fait quelques-uns de plus longs, afin d'être vûs de loin, comme on les voit repreſentez dans la Planche onziéme.

Les Cordeaux doivent être de bonne ficelle bien torſe & d'une groſſeur convenable, pour ne pas s'allonger facilement, telle que la figure B le marque.

Fig. C. La Toiſe eſt une meſure de ſix pieds de long d'un bâton rond tout d'une piece, diviſé en ſes pieds marquez par de petits anneaux

ou

ou de petits clous de cuivre. Le dernier pied ſe diviſe en 12 pouces, qui ſe diſtînguent auſſi par de petits clous.

Il y en a qui ſont briſées & qui ſe montent à vis en 2, 3, ou 4 pieces par le moyen des viroles & des vis de cuivre qui ſont attachées à chaque bout: & on met auſſi aux deux bouts des Toiſes une virole de cuivre ou d'acier pour la conſerver dans ſa longueur. Fig. D.

La Chaine eſt compoſée de pluſieurs pieces de gros fil de fer ou de laiton recourbées par les 2 bouts. Chacune de ces pieces a 1 pied de long, y compris les petits anneaux qui les joignent enſemble. Fig. E.

Les Chaînes ſe font ordinairement de la longueur de la Perche du lieu où l'on veut s'en ſervir, ou bien de quatre à cinq toiſes de long diſtinguées par un plus grand anneau de toiſe en toiſe. Ces ſortes de chaînes ſont fort commodes, en ce qu'elles ne ſe noüent point comme celles qui ſont faites de petites mailles de fer.

En 1668 on a placé un nouvel Etalon de la toiſe fort juſte, au bas de l'Eſcalier du Grand-Châtelet de Paris, pour y avoir recours en cas de beſoin.

Nous avons dit que la toiſe en longueur contient ſix pieds, & chaque pied, douze pouces.

La toiſe quarrée contient 36 pieds quarrez, & chaque pied 144 pouces, parce qu'on multiplie 6 par 6.

La toiſe cube contient 216 pieds cubes, & chaque pied 1721 pouces cubes, parce qu'on multiplïe 36 par 9.

La Perche n'a point de longueur déterminée.

Celle de la Prévôté de Paris a trois toiſes ou dix-huit pieds. En d'autres Païs elle a vingt, vingt-deux & vingt-quatre pieds.

La Perche dont on ſe ſert en France, pour arpenter les Eaux & Forêts, ſuivant les derniers Reglemens, a 22 pieds de longueur, & par conſequent la Perche quarrée contient 484 pieds quarrez.

L'Arpent eſt une meſure quarrée dont on ſe ſert pour la vente des Terres & de Bois.

L'Arpent des environs de Paris contient 100 Perches quarrées ou 300 toiſes, & chaque côté eſt par conſequent de 10 Perches ou 30 toiſes.

La Lieuë eſt un eſpace de Terre dont on ſe ſert pour meſurer les Chemins. Sa meſure n'eſt pas déterminée. étant differente ſelon les differens Païs.

On compte depuis la Porte de Paris près le Grand Châtelet, juſqu'à la Porte de l'Egliſe S. Denys, deux lieuës, dont chacune eſt de deux mille deux cens toiſes.

Meſſieurs de l'Academie des Sciences en travaillant à la meſure

de la terre, ont obſervé qu'un degré d'un meridien terreſtre contient 57060 toiſes, & donnant 25 lieuës au degré, chaque lieuë contiendra 2282 toiſes.

La lieuë Marine eſt un peu plus grande, puiſqu'on n'en compte que 20 au degré; c'eſt pourquoi elle contient près de 3000 toiſes.

Les Italiens comptent par mille, dont chacun contient mille pas géométriques.

Le pas géométrique eſt de 5 pieds antiques, dont le palme eſt les 3 quarts du pied ancien Romain, qu'on peut eſtimer environ 11 de nos pouces. Et par conſequent le mille d'Italie à Rome contient 769 de nos toiſes, à très-peu près.

Les Allemans comptent auſſi par mille, mais ils ſont bien plus grands que ceux d'Italie; ils contiennent 3626 toiſes.

On compte par lieuës en Eſpagne, qui contiennent 2863 toiſes, & reviennent juſtement à 20 lieuës par degré terreſtre.

Il en eſt de même en Angleterre & en Hollande.

USAGE I.

Par deux points donnez ſur la terre, tracer une ligne droite & la prolonger tant qu'il eſt beſoin.

PLantez un Piquet ſur chaque point donné, & ayant tendu un cordeau d'un piquet à l'autre, faites tracer un ſillon le long dudit cordeau, faites en ſorte qu'ils ſoient bien à plomb ſur le terrain, & qu'en les bornaïant ou les regardant, le premier cache l'autre à l'œil.

Ceſt de la même maniere que l'on peut prolonger une ligne droite ſur la terre; car ayant planté deux Piquets on en peut planter tant d'autres qu'on voudra dans le même alignement, en bornaïant comme nous venons de dire; mais il faut qu'il y ait toûjours deux Piquets bien plantez pour ſervir à aligner le troiſiéme.

USAGE II.

Meſurer une ligne droite ſur la Terre.

LOrſqu'on a une longue ligne à meſurer ſur le terrain, il faut uſer de précaution pour ne ſe pas tromper & n'être pas obligé de recommencer. Pour ce faire, il faut deux hommes portants chacun une toiſe; le premier ayant étendu ſa toiſe ſur le terrain ne la doit pas lever que le ſecond n'ait poſé la ſienne au bout de la premiere. Le premier homme ayant rélevé ſa toiſe, comptera tout haut, une; & quand il l'aura remiſe au bout de la ſeconde, le ſecond homme relevera la ſienne & comptera 2, en continuant ainſi de ſuite juſqu'au bout, & afin de bien poſer les toiſes en ligne droite, il faut toûjours

avoir

avoir devant les yeux 2 piquets pour les bornayer, car s'il n'y en avoit qu'un, les Toiſeurs iroient tout de travers & ne feroient rien de juſte.

Pour abreger le tems & la peine, on doit avoir une chaîne, laquelle eſt ſouvent compoſée de 30 pieds ou 5 toiſes, avec un anneau à chaque bout. Celui des deux hommes qui va devant, porte auſſi pluſieurs piquets. Lorſque la chaîne eſt bien étenduë en ligne droite, bien allignée & de niveau, il poſe un piquet au bout des 5 toiſes, afin que celui qui va derriere puiſſe connoître où la chaîne a fini; car toute l'adreſſe conſiſte à bien compter & meſurer juſte.

USAGE III.

Sur une ligne droite, & d'un point donné en icelle, élever une perpendiculaire.

SOit la ligne donnée AB, & le point donné C.

Plantez un piquet au point C, & deux autres comme E, D, ſur la même ligne en diſtance égale dudit point C; ayez un cordeau dont chaque bout ſoit noüé de telle maniere qu'il y ait un petit anneau où l'on puiſſe faire entrer le haut des piquets; pliez ce cordeau en deux également, & faites une marque au milieu; paſſez enfin les anneaux qui ſont à chaque bout du cordeau autour des piquets E & D, & tenant en main le milieu dudit cordeau tendu également, plantez en terre un piquet comme F, la ligne FC, ſera perpendiculaire ſur AB. *XI. Planche.* Fig. 1.

Autrement: du point donné C, meſurez ſur la ligne AB, de quel côté vous voudrez 4 pieds ou 4 toiſes, & plantez-y le piquet G. Ayez un cordeau qui contienne 8 pareilles meſures, c'eſt-à-dire, des pieds ou des toiſes. Mettez un des anneaux du cordeau autour du piquet C, & l'autre anneau autour du piquet G; puis ayant tendu ce cordeau en ſorte que 3 de ces parties ſoient du côté du point C, & les 5 autres du côté de G, plantez le piquet H, la ligne CH, ſera perpendiculaire ſur AB. Fig. 2.

USAGE IV.

D'un point donné hors la ligne tirer une perpendiculaire.

SOit la ligne donnée AB & le point F donné hors la ligne.

Pliez le cordeau en deux parties égalez, arrêtez le milieu au piquet F; étendez les deux moitiez que je ſuppoſe aſſez grandes pour que les bouts puiſſent atteindre la ligne AB; plantez deux piquets, ſçavoir, un à chaque bout du cordeau, & diviſez leur diſtance en 2 également, ce qui ſe peut faire par le moyen d'un cordeau Fig. 3.

auſſi long que la diſtance AB, que l'on pliera en deux, plantez le piquet C, au milieu, & la ligne CF, ſera perpendiculaire ſur AB.

USAGE V.

D'une diſtance donnée tracer une ligne parallele à une donnée.

Fig. 4. SOit la ligne donnée AB, à laquelle on propoſe de tracer une parallele diſtante de quatre toiſes.

Tracez par l'Uſage troiſiéme deux perpendiculaires de quatre toiſes chacune, ſur les deux points A & B plantez un piquet à chacune de leurs extremitez C & D, & par ces deux piquets tracez la droite CD, elle ſera parallele à AB.

USAGE VI.

D'un point donné ſur le bout d'une ligne tracer ſur le terrain un angle ſemblable à celui d'un Plan propoſé.

Fig. 5. SOit ABC, l'Angle d'un Plan propoſé auquel on en veut faire un ſemblable ſur le terrain.

Du point B, comme centre, décrivez ſur le papier l'Arc AC, & tirez la droite AD, qui ſera ſoûtendante dudit Arc. Meſurez ſur une Echelle, ou ſur la ligne des parties égales d'un compas de proportion une des jambes égales dudit Angle AB ou BC. Meſurez auſſi ſur la même Echelle la ſoûtendante AC, laquelle je ſuppoſe par exemple, contenir trente-ſix parties égales à celle dont la jambe AB en contient trente.

Soit ſur la terre une ligne droite comme BC, ſur laquelle il faut tracer une autre ligne FB, qui faſſe un angle ſemblable au propoſé. Plantez un piquet au point B, & ayant meſuré trente pieds ou cinq toiſes le long de la ligne BC, plantez-y un autre piquet, comme D; ayez deux cordeaux, l'un de trente pieds de long que vous attacherez par un anneau au piquet B, & l'autre de trente-ſix pieds, que vous attacherez auſſi par un anneau au piquet D. Tendez ces deux cordeaux juſqu'à ce qu'ils ſe joignent par leurs extremitez au point F, où vous planterez encore un piquet, d'où vous tracerez la ligne FB, laquelle formera au point B, l'angle ſemblable au propoſé avec la ligne BC; & ainſi de l'autre.

USAGE VII.

Deſigner ſur le papier un Angle ſemblable à celui que font deux lignes ſur la terre.

CEtte propoſition eſt la converſe de la precedente.

Soit propoſé ſur la terre l'angle FBC, formé par les deux cotez d'une terre labourable, auquel on veut en faire un ſemblable ſur le papier. Meſurez de B vers C trente pieds ou cinq toiſes, & plantez un piquet D au bout; meſurez pareillement de B vers F trente pieds, & plantez-y un autre piquet; meſurez auſſi la ligne droite qui fait la diſtance des deux piquets FD, que je ſuppoſerai de trente-ſix pieds, comme en l'exemple de l'uſage precedent. Fig. 5.

Soit ſur le papier la ligne BC: du point B comme centre & d'une ouverture de trente parties égales, priſes ſur une Echelle, décrivez l'Arc AC; prenez avec le compas ſur la même échelle trente-ſix parties égales, portez cette ouverture ſur l'arc AC, en poſant une des pointes du compas ſur le point C. L'autre jambe marquera ſur ledit Arc le point par lequel ſe doit tirer la ligne BA.

Si de plus on veut ſçavoir la valeur dudit angle, on connoîtra par le moyen d'un rapporteur qu'il eſt peu moins de ſoixante & quatorze degrez.

On pourra connoître plus préciſément en degrez & minutes la valeur des angles dont on aura meſuré les baſes ou ſoûtendantes par le table ſuivante. Elle eſt calculée pour angles toûjours compris par deux côtez égaux de trente pieds chacun.

L'uſage de cette Table eſt très-facile pour connoître la grandeur de tous les Angles Plans ſur le terrain.

Meſurez trente pieds ſur chacune des lignes qui forment l'angle, & plantez un piquet ſur chaque ligne où finiſſent les trente pieds; meſurez enſuite la baſe de l'Angle qui eſt la ligne droite étendue entre les deux piquets, que je ſuppoſe être de trente-ſix pieds comme en l'exemple precedent, cherchez dans ladite Table en la colonne des Baſes trente-ſix pieds, & vous trouverez vis-à-vis en la colonne des Angles ſoixante & treize degrez, quarante-quatre minutes pour la valeur dudit Angle.

TABLE DES ANGLES PLANS
toûjours compris par deux côtez de trente pieds.

Bases.	Angles. D.	M.	Bases.	Angles. D.	M.	Bases.	Angles. D.	M.	Bases.	Angles. D.	M.	Bases.	Angles. D.	M.
2	0	19	2	6	3	2	11	48	2	17	34	2	23	24
4	0	38	4	6	22	4	12	8	4	17	54	4	23	44
6	7	57	6	6	41	6	12	27	6	18	13	6	24	3
8	1	8	8	7	0	8	12	46	8	18	32	8	24	23
10	1	36	10	7	20	10	13	5	10	18	52	10	24	42
1	1	55	4	7	39	7	13	24	10	19	11	13	25	1
2	2	14	2	7	58	2	13	43	2	19	30	2	25	21
4	2	33	4	8	17	4	14	2	4	19	50	4	25	41
6	2	52	6	8	36	6	14	22	6	20	19	6	26	1
8	3	11	8	8	55	8	14	41	8	20	29	8	26	20
10	3	30	10	9	14	10	15	0	10	20	48	10	26	40
2	3	49	5	9	34	8	15	20	11	21	8	14	26	53
2	4	8	2	9	53	2	15	39	2	21	27	2	27	18
4	4	28	4	10	12	4	15	58	4	21	46	4	27	38
6	4	47	6	10	31	6	16	18	6	22	6	6	27	58
8	5	6	8	10	50	8	16	37	8	22	25	8	28	18
10	5	25	10	11	9	10	16	56	10	22	45	10	28	38
3	5	44	6	11	29	9	17	15	12	23	6	15	28	57

B.	Angles.		B.	Angles.		B.	Angles.		B.	Angles.		B.	Angles.	
2	29	17	2	35	15	2	41	19	2	47	30	2	53	51
4	29	37	4	35	35	4	41	40	4	47	51	4	54	12
6	29	56	6	35	55	6	41	0	6	48	12	6	54	34
8	30	16	8	36	15	8	42	20	8	48	33	8	54	55
10	30	36	10	46	35	10	44	40	10	48	54	10	55	16
16	30	56	19	36	55	22	43	1	25	49	15	28	55	38
2	31	16	2	37	15	2	43	22	2	49	36	2	56	0
4	31	36	4	37	36	4	43	42	4	49	57	4	56	22
6	31	56	6	37	56	6	44	3	6	50	18	6	56	43
8	32	16	8	38	16	8	44	24	8	50	39	8	57	5
10	32	35	10	38	36	20	44	44	10	51	0	10	57	26
17	32	55	20	38	56	23	45	5	26	51	21	29	57	48
2	33	16	2	39	17	2	45	26	2	51	42	2	58	10
4	33	35	4	39	38	4	45	46	4	52	3	4	58	32
6	33	55	6	39	58	6	46	7	6	52	24	6	58	54
8	34	15	8	40	18	8	46	28	8	52	46	8	59	16
10	34	35	10	40	38	10	46	48	10	53	8	10	59	38
18	34	55	21	40	59	24	47	9	27	53	29	30	60	0

TABLE DES ANGLES PLANS

toûjours compris par deux côtez de trente pieds.

Bases.	Angles. D.	M.	Bases.	Angles. D.	M.	Bases.	Angles. D.	M.	Bases.	Angles. D.	M.	Bases.	Angles. D.	M.
2	60	22	2	67	7	2	74	8	2	81	30	2	89	18
4	60	44	4	67	30	4	74	32	4	81	55	4	89	45
6	61	6	6	67	53	6	74	56	6	82	20	6	90	12
8	61	28	8	68	16	8	75	20	8	82	46	8	90	39
10	61	50	10	68	39	10	75	44	10	83	12	10	91	6
31	62	13	34	69	2	37	76	9	40	83	37	43	91	33
2	62	35	2	69	25	2	76	33	2	84	3	2	92	1
4	62	58	4	69	48	4	76	57	4	84	29	4	92	29
6	63	20	6	70	12	6	77	22	6	84	54	6	92	56
8	63	43	8	70	35	8	77	46	8	85	20	8	93	24
10	64	5	10	70	59	10	78	9	10	85	46	10	93	52
32	64	28	35	71	22	38	78	35	41	86	12	44	94	20
2	64	50	2	71	46	2	79	0	2	86	39	2	94	48
4	65	13	4	72	10	4	79	25	4	87	5	4	95	16
6	65	36	6	72	33	6	79	50	6	87	32	6	95	20
8	65	58	8	72	56	8	80	15	8	87	58	8	96	13
10	66	21	10	73	20	10	80	40	10	88	25	10	96	42
33	66	44	36	73	44	39	81	5	42	88	51	45	97	11

B.	Angles.		B.	Angles.		B.	Angles.		B.	Angles.		B.	Angles.	
2	97	40	2	106	48	2	117	2	2	129	3	2	144	39
4	98	9	4	107	20	4	117	39	4	129	48	4	145	43
6	98	38	6	107	52	6	118	16	6	130	33	6	146	48
8	99	8	8	108	25	8	118	53	8	131	19	8	147	57
10	99	37	10	108	57	10	119	31	10	132	6	10	149	8
46	100	6	49	109	30	52	120	9	55	132	53	58	150	20
2	100	36	2	120	4	2	110	47	2	133	44	2	151	36
4	101	6	4	121	37	4	111	26	4	134	30	4	152	55
6	101	36	6	111	11	6	122	6	6	135	20	6	154	19
8	102	7	8	111	44	8	122	45	8	136	11	8	155	48
10	102	37	10	112	18	10	123	25	10	137	3	10	157	22
47	103	8	50	112	53	53	124	6	56	137	57	59	159	3
2	103	39	2	113	28	2	124	47	2	138	49	2	160	53
4	104	10	4	114	3	4	125	28	4	139	44	4	162	54
6	104	41	6	114	38	6	126	10	6	140	40	6	165	12
8	105	12	8	115	14	8	126	52	8	141	38	8	167	48
10	105	44	10	115	49	10	127	35	10	142	36	10	171	28
48	106	16	51	116	26	54	128	19	57	143	36	60	180	0

Il faut remarquer que dans la colonne des Baſes les pouces n'y ſont marquez que de deux en deux, & les pieds y ſont marquez d'un en un. L'on trouvera toûjours avec autant de facilité que de juſteſſe l'ouverture & la valeur de tous les Angles; car ſuppoſant, par exemple, que vôtre baſe ſoit de la longueur de 50 toiſes 3 pouces, & les deux autres côtez toûjours de 30 pieds, vous chercherez dans la colonne des baſes le nombre de 50 pieds 3 pouces, & vous trouverez vis-à-vis dans la colonne des Angles 113 degrez & 44 minutes pour la valeur de l'Angle requis, en gardant les proportions des minutes & des pouces, comme on fait en cet exemple.

En réduiſant ce nombre de pieds par le moyen d'une Echelle bien deviſée ſur du cuivre, l'on meſurera les mêmes Angles ſur la carte & ſur le papier avec autant de juſteſſe que les cordeaux ſur la terre; d'autant qu'aux triangles équiangles les côtez ſont proportionels entr'eux.

Cette methode de meſurer les Angles Plans peut auſſi ſervir à conſtruire les deſſeins de Fortification des Places, tant regulieres que irregulieres, pour en connoître l'ouverture des Angles, tant des Baſtions que du Poligone formé par les rencontres des lignes des Baſes, ou côtez exterieurs, tant ſur le papier que ſur la terre.

Pour tracer les Angles, cherchez dans la Table le nombre des degrez & minutes que vous aurez à tracer, par exemple, de 54 degrez 34 minutes, & après l'avoir trouvé prenez à côté dans la colonne des baſes, le nombre des pieds & pouces qui lui répond, à ſçavoir, 27 pieds & 6 pouces pour la meſure de la longueur de la baſe de l'Angle toûjours compris par les deux autres côtez du triangle de 30 pieds chacun; & ainſi des autres.

USAGE VIII.

Pour lever le Plan d'une Place dans laquelle on peut entrer.

Fig. 6. SOit la place ABCDE, de laquelle on veut lever le Plan.

Faites premierement ſur vôtre papier une figure à peu près ſemblable à vôtre Plan, & après avoir meſuré avec la toiſe ſur le terrain les côtez AB, BC, CD & DE, écrivez les meſures trouvées ſur chacune des lignes qui leur correſpondent ſur le papier; enſuite au lieu de meſurer les Angles qui ſont les côtez de la Place, meſurez les Diagonales comme ſont les lignes AD, BD, dont vous écrirez la valeur en nombre ſur vôtre broüillon; laquelle ſera reduite en trois triangles dont tous les côtez ſont connus, puiſqu'ils ont éte meſurez actuellement.

Vous

Vous remettrez au net ce broüillon par le moyen d'une Echelle de parties égales qui en contienne autant que la plus longue ligne du Plan.

De toutes les methodes de lever un Plan, celle de le lever par dedans eſt la plus exacte & la moins ſujete à erreur.

USAGE IX.

Pour lever le Plan d'une Place par dehors.

SOit propoſé un Bois ou un Etang dont on veut lever le Plan, comme ſeroit EFGHI. Fig. 7.

Faites-en d'abord le broüillon en vous promenant tout autour, ſi vous le pouvez faire ſans perdre beaucoup de tems.

Meſurez avec la toiſe ou la chaîne tous les côtez qui font l'enceinte du lieu propoſé, & marquez-en les nombres ſur chacune des lignes de vôtre broüillon ; mais pour les Angles, vous les meſurerez par la methode ci-jointe.

Pour meſurer, par exemple, l'Angle EFG, prolongez en bornaïant le côté E F, de 5 toiſes, & plantez un piquet à l'extremité K ; prolongez également le côté GF, & plantez un piquet à l'extremité L. meſurez avec la toiſe la diſtance LK, & ſuppoſant qu'elle ſoit de 6 toiſes 4 pieds, c'eſt-à dire, 40 pieds, marquez ce nombre ſur la ligne L K de vôtre broüillon ; par ce moyen vous aurez les trois côtez du triangle iſocele LFK, qui ſerviront à vous faire connoître l'ouverture de l'Angle LFK ; ſoit par la Table ci-devant ou autrement. Or cet Angle eſt égal à ſon oppoſé par la pointe EFG, & ſi l'on cherche dans la Table 40 pieds en la colonne des Baſes, on trouvera que cet Angle eſt de 8 ; degrez 37 minutes.

Vous meſurerez de même l'Angle FGH, & tous les autres de la figure, ou bien de cette autre maniere ; prolongez en bornaïant le côté HG, de 4 toiſes de G en N, où vous planterez un piquet ; meſurez le long du côté GL, de G en M, 5 toiſes, au bout deſquelles vous ferez une marque en y plantant un piquet ou autrement. Meſurez exactement la diſtance MN, laquelle je ſuppoſe pour exemple de 6 toiſes 2 pieds, ou de 38 pieds, que vous écrirez ſur la ligne MN de vôtre broüillon.

Ce nombre cherché dans la colonne des Baſes, qui correſpond a 78 degrez 35 min. pour l'Angle exterieur MGH, dont le complément 101 degrez 25 min. eſt la valeur de l'Angle de la figure FGH, parce que deux Angles de ſuite valent autant que 2 Angles droits.

Vous remettrez enſuite vôtre broüillon au net avec une Echelle

de parties égales, tant pour marquer la longueur des côtez que celle des Baſes de tous les Angles que l'on peut avoir exactement, ſans ſe mettre en peine de leur valeur en degrez & minutes.

USAGE X.

Pour tracer ſur la terre tout Polygone regulier ſur une Ligne donnée.

Fig. 8. SOit pour exemple la ligne donnée AB, ſur laquelle on propoſe de tracer un triangle équilateral.

Meſurez ſur cette ligne du point A allant vers B, 30 pieds, & plantez-y un piquet D; ayez deux cordeaux meſurez de 30 pieds chacun, dont vous en attacherez un au piquet D, & l'autre au piquet A, & les tendez également juſqu'à ce qu'ils ſe joignent par les deux autres bouts au point C, où vous planterez un autre piquet.

Faites la même choſe à l'autre extremité B, de la ligne donnée, & prolongez les lignes juſqu'à ce qu'elles ſe joignent pour former le triangle équilateral & équiangle ABE.

S'il s'agit de tracer ſur la terre un quarré parfait ſur la ligne donnée AB.

Fig. 9. Elevez ſur chaque extemité A & B une perpendiculaire par l'Uſage troiſiéme.

Prolongez ces perpendiculaires pour les faire égales à la ligne donnée, plantez des piquets à leurs extremitez C & D, & tracez la ligne C D, qui achevera le quarré popoſé.

S'il faut tracer un Pentagone ſur la ligne donnée AB.

Souvenez-vous que les Angles formez par les côtez d'un Pentagone regulier ſont de 108 degrez chacun, comme nous l'avons expliqué ci-devant en l'Uſage troiſiéme du Rapporteur, & en la Section troiſiéme de la ligne des Poligones du compas de proportion; c'eſt pourquoi cherchez dans la Table des Angles Plans compris par deux côtez de 30 pieds dans la colonne des Baſes, le nombre qui correſpond à 108 degrez ou le plus approchant, vous trouverez 48 pieds 6 pouces & quelque peu plus; car ce nombre correſpond à 107 degrez 52 minutes, qui eſt moindre de 8 minutes que 108 degrez; c'eſt pourquoi on peut prendre 48 pieds 6 pouces & demi pour ladite baſe.

Fig. 10.

Suivant cette methode, meſurez ſur la ligne donnée, du piquet A vers B, 30 pieds, & plantez un piquet au point C, où ſe termine ladite meſure. Ayez deux cordeaux meſurez, l'un de 30 pieds, que vous attacherez par un de ſes bouts au piquet A, & l'autre de 48

pieds

pieds 6 pouces & demi que vous attacherez de même au piquet C, tendez également ces deux cordeaux juſqu'à ce qu'ils ſe joignent au point E, où vous planterez un piquet, & vous aurez par ce moyen un Angle de 108 degrez; prolongez la ligne AE, pour la tracer égale à AB, faites la même choſe à l'autre extremité B de la ligne donnée, & par ce moyen vous aurez déja trois côtez du Pentagone AB, AG, BD, que vous acheverez par la même méthode.

Si le Pentagone n'eſt pas trop grand, on peut l'achever par le moyen de deux cordeaux égaux au côté donné, en attachant l'un au piquet D, & l'autre au piquet G; car ſi vous les tendez également, ils formeront les deux autres côtez du Pentagone en ſe joignant au point H.

Vous pourrez par la même methode tracer ſur le terrain tout autre Polygone regulier, ou irregulier, en cherchant dans la ſuſdite Table le nombre des pieds & pouces qui correſpond à l'Angle du Polygone que l'on veut tracer.

USAGE XI.

Connoître la diſtance de deux objets inacceſſibles de l'un à l'autre, chacun étant acceſſible en particulier.

ON demande, par exemple, la diſtance en ligne droite de la Tour A, au Moulin B. Fig. 11.

Plantez le piquet C en une place d'où il ſoit facile de meſurer la diſtance en ligne droite juſqu'aux lieux A & B.

Meſurez exactement ces diſtances, comme par exemple de C en A, que je ſuppoſe de 54 toiſes; prolongez la ligne AC, juſqu'en D, d'une quantité égale, c'eſt-à-dire de 54 toiſes; meſurez pareillement la ligne BC, que je ſuppoſe de 37 toiſes, & la prolongez juſqu'en E, d'une quantité égale, c'eſt-à-dire, de 37 toiſes, vous formerez par ce moyen le triangle CDE égal & ſemblable au triangle ABC, & par conſequent la diſtance DE ſera égale à la diſtance propoſée inacceſſible de A en B.

USAGE XII.

Connoître la diſtance de deux objets, dont un ſeulement eſt acceſſible

SOit propoſé pour exemple à trouver la largeur d'un Foſſe ou du lit d'une Riviere AB; étant ſur un des bords au point A: plantez-y le piquet AC, de 4 à 5 pieds de haut & bien perpendiculaire; faites à l'extremité C du piquet une petite fente pour y faire entrer Fig. 12.

une lame d'un morceau de cuivre ou d'acier bien droit qui puiſſe hauſſer ou baiſſer, long d'environ 3 pouces, que vous hauſſerez ou baiſſerez juſqu'à ce que vous voyiez le point B, de l'autre côté de la Riviere, en bornaïant le long de ladite lame; enſuite tournez le piquet toûjours perpendiculaire, en conſervant la lame dans la même ſituation, & bornaïez le long du bord de la Riviere ſur un terrain de niveau, en remarquant le point comme D, où ſe termine le raïon viſuel. La diſtance AD, étant meſurée avec la chaîne, vous donnera la largeur de la Riviere ou du Foſſé à laquelle elle eſt égale, comme il eſt facile de juger.

Cette propoſition, toute ſimple qu'elle eſt, peut ſervir à connoître de quelle longueur on doit couper des branches d'arbres, pour faire un pont ſur un foſſé ou ſur une Riviere que l'on veut traverſer.

USAGE XIII.

Fig. 13. SOit propoſé de tracer ſur la terre une ligne droite du point A au point B, entre leſquels il y a un bâtiment ou autre obſtacle qui empêche de continuer l'allignement.

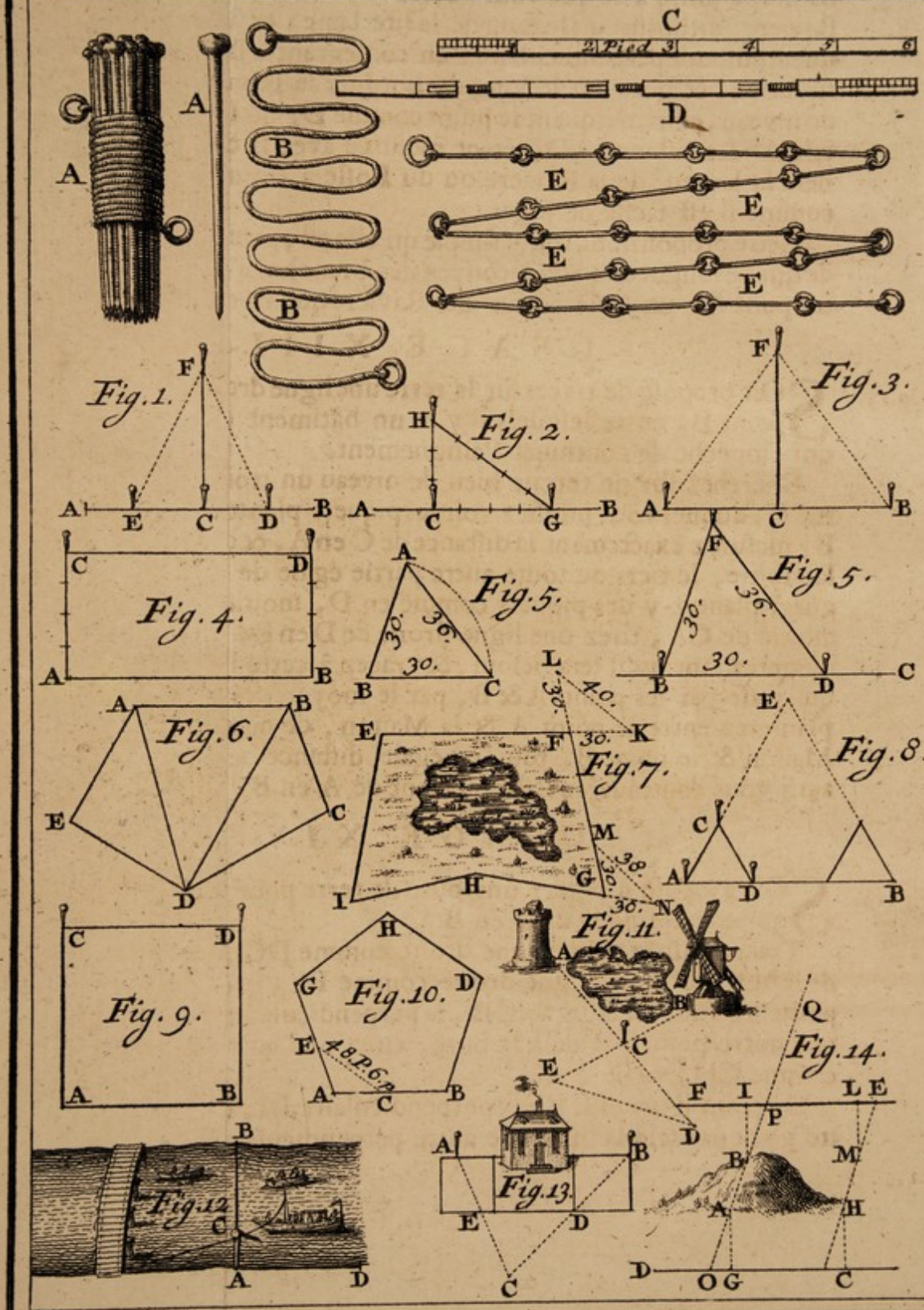
Cherchez ſur un terrain bien de niveau un troiſiéme point comme C, duquel vous puiſſiez voir les piquets plantez aux points A & B; meſurez exactement la diſtance de C en A, & de C en B; prenez la moitié, le tiers ou toute autre partie égale de chacune de ces lignes; plantez-y des piquets comme en D, moitié de CB, & en E moitié de CA; tirez une ligne droite de D en E, laquelle vous prolongerez tant qu'il ſera beſoin, & tracez à cette ligne une parallele qui paſſe par les points A & B, par le moyen des piquets que vous planterez entre le point A & la Maiſon, de même qu'entre ladite Maiſon & le point B, tous en égale diſtance de la ligne LE, & ainſi vous continuerez l'allignement de A en B.

USAGE XIV.

Fig. 14. SOit propoſé à percer une bute de terre pour y faire une gallerie qui communique de A en B.

Tracez d'un côté une ligne droite comme DC, & de l'autre côté de la bute uue autre ligne droite comme FE, parallele à CD; du point A, tirez ſur la ligne CD, la perpendiculaire AG, & en quelque autre point par delà la bute, tirez une autre perpendiculaire comme CH, égale à AG.

Du point B tirez ſur EF la perpendiculaire BI, & en quelque autre point par delà la bute une autre perpendiculaire ſur la même ligne


C
2 Pied 3 4 5 6
D
A
A
B
B
B
E
E
E
E
Fig. 1.
F
A E C D B
Fig. 2.
H
A C G B
Fig. 3.
F
A C B
Fig. 4.
C D
A B
Fig. 5.
A
30. 36.
30.
B C
Fig. 5.
F
30. 36.
30.
B D C
Fig. 6.
A B
E C
D
L
30. 40.
E F 30. K
Fig. 7.
M
38.
30.
I H G
30. N
Fig. 8.
E
C
A D B
Fig. 9.
C D
A B
H
G D
Fig. 10.
E 48. P. 6. a
A C B
Fig. 11.
A
B
C
Q
Fig. 14.
E
F I L E
P
D
A B
Fig. 13.
E D
C
B M
A H
D O G C
B
Fig. 12.
C
A D

gne comme L M, égale à B I, en telle ſorte que la diſtance I L ſoit égale à C G; tracez enſuite une ligne droite du piquet H au piquet M que vous prolongerez tant qu'il ſera beſoin, cette ligne ſera parallele à la gallerie propoſée à faire de A en B; c'eſt pourquoi on pourra planter en diſtance égale de cette parallele H M de côte & d'autre de la bute, tant de piquets que l'on voudra, comme O, P, Q, qui ſerviront à percer la bute de A en B.

Je parlerai encore de l'uſage de ces Inſtrumens, dans le petit Traité de Fortification, que je donnerai ci-après.

CHAPITRE II.

Contenant la deſcription & l'uſage de l'Equerre d'Arpenteur.

L'Equerre d'Arpenteur eſt un cercle de cuivre d'une bonne épaiſſeur & de 4, 5 ou 6 pouces de diametre. Ou le diviſe en quatre parties égales par deux lignes qui s'entrecoupent à angles droits au centre. Aux quatre extremitez de ces lignes & au milieu du limbe on y met quatre fortes pinules bien rivées dans des trous quarrez, & très-perpendiculairement fenduës ſur leſdites lignes, avec des trous au-deſſous de chaque fente pour mieux découvrir les objets en campagne. On évuide ce cercle pour le rendre plus leger. XII. *Planche*, Fig. A.

Au deſſous & au centre de l'Inſtrument ſe doit monter à vis une virole qui ſert à ſoûtenir l'Equerre ſur ſon bâton de 4 à 5 pieds ſuivant la hauteur de l'œil de l'Obſervateur. Ce bâton doït être garni d'un fer pointu par le bout pui entre en terre, & l'autre bout doit être arrondi pour que la virole y reſte juſte. Fig. B.

Toute la préciſion de cet Inſtrument conſiſte en ce que les pinules ſoient bien exactement fenduës à angles droits; ce que l'on connoîtra facilement en bornaïant un objet éloigné par deux pinules, & uu autre objet par les deux autres pinules. Il faut enſuite tourner l'Equerre bien juſte ſur ſon bâton, & regarder les mêmes objets par les pinules oppoſées; s'ils ſe rencontrent bien exactement dans l'alignement des fentes, c'eſt une marque de la juſteſſe de l'inſtrument.

Pour éviter de fauſſer l'Equerre, il faut premierement enfoncer en terre le bâton ſeul, & quand il eſt bien affermi, placer ladite Equerre ſur la virole par le moyen de ſa vis.

On fait auſſi de ces ſortes d'Equerres, où l'on met huit pinules de la même maniere que celle décrite ci-deſſus; elles ſervent pour avoir les Angles de 45 degrez; comme auſſi aux Jardiniers, pour aligner & planter les Allées d'Arbres en étoile.

USAGE I.

Pour lever le Plan & faire la meſure d'un Champ ou d'un Pré dans lequel on peut entrer.

Fig. 1. SOit propoſé le champ A B C D E : plantez à tous les angles des Piquets ou Jallons bien à plomb, meſurez exactement la ligne A C, par parties, de la maniere que nous allons dire ci-après, ou telle autre qu'il vous plaira, mais d'où l'on puiſſe découvrir tous les piquets plantez aux angles.

Faites un broüillon ou mémorial ſur une feüille de papier qui repreſente à peu près la figure du plan propoſé, ſur lequel vous écrirez toutes les meſures des parties de la ligne A C, & des lignes perpendiculaires tirées des angles, à la rencontre de la ligne A C.

Si, par exemple, vous commencez par le piquet A, cherchez le long de la ligne A C le point F, ſur lequel tombe la perpendiculaire E F, meſurez les lignes A F, F E, & marquez leur longueur ſur les lignes correſpondantes de vôtre mémorial.

Pour trouver ce point F plantez pluſieurs piquets à diſcretion le long de la ligne A C ; plantez auſſi le pied de vôtre Equerre dans la même ligne, en ſorte que par deux de ſes pinules opoſées, vous découvriez deux de ces piquets, & que par les fentes des deux autres pinules, qui ſont angle droit avec les deux premiers, vous puiſſiez voir le piquet E. Que ſi du premier coup vous ne découvrez pas ce piquet, aprochez ou reculez du point A le pied de l'Inſtrument juſqu'à ce que les lignes bornaïées A F, E, faſſent angle droit au point F, au moyen de quoi vous aurez le plan & la ſurface du triangle A F E.

C'eſt de la même maniere que vous trouverez le point H où tombe la perpendiculaire D H, laquelle vous meſurerez actuellement, auſſi-bien que G F, & en marquerez les longueurs ſur vôtre memorial afin d'avoir le plan & la ſurface du trapeze E F H D.

Meſurez enſuite H C faiſant angle droit avec A D, vous aurez le plan & la ſurface du triangle D H C.

Ayant ainſi meſuré toute la ligne H C, il ne s'agit plus que de trouver ſur cette ligne le point G où tombe la perpendiculiare B G, & de la meſurer afin d'avoir le plan & la ſurface du triangle rectiligne A B C, au moyen de quoi vous aurez le plan du champ propoſé A B C D E. Vous aurez auſſi ſa ſurface totale en ajoûtant celles des triangles & trapezes qui en ſont les parties, & qui ſe connoîtront facilement par les regles de la planimetrie, de la maniere qui ſuit.

Suppoſons, par exemple, que A F ſoit de 7 toiſes, & la perpendicu-

diculaire EF de 10, multipliant 7 par 10, le produit eſt 70, dont la moitié 35 ſera la ſurface du triangle AFE.

Si de plus la ligne FH eſt de 14 toiſes, & la perpendiculaire HD de 12, ajoûtant 12 avec 10, que contient la parallele FE, on aura 22, dont la moitié 11 étant multipliée par 14, produit 154 toiſes quarrées pour la ſurface du trapeze E F H D. Et ſi la ligne HC eſt de 8 toiſes, multipliant 8 par 12, le produit eſt 96, dont la moitié 48 ſera la ſurface du triangle C H D.

Toute la ligne entiere A C eſt de 29 toiſes, & la perpendiculaire B G de 10; le produit eſt 290, dont la moitié 145 eſt la ſurface du triangle A B C. Enfin ajoûtant les quatre ſurfaces partiales, 35, 154, 48 & 145, la ſomme 382 toiſes quarrées ſera la ſurface totale du plan A B C D E, figure 1 de la planche 12.

USAGE II.

Pour lever le Plan d'un terrain dans lequel il n'eſt pas facile d'entrer, comme pourroit être un Bois, un Etang, un Marais, & autre choſe de cette nature.

SOit propoſé le Marais E F G H I: plantez des piquets à tous les angles, faites en ſorte de renfermer ſa figure dans un rectangle, lequel vous meſurerez puis en ſouſtraïant les triangles & trapezes qui ſe trouverent ajoûtez autour de ſon plan, le reſte ſera la ſurface du terrain propoſé. Fig. 2.

Si, par exemple, vous commencez par le piquet E, prolongez avec vôtre Equerre la ligne E F, tant qu'il eſt beſoin, pour tracer ſur ſon prolongement une perpendiculaire qui rencontre le piquet G, comme eſt ici la ligne K G; plantez un piquet en K, & prolongez cette ligne juſqu'en L, c'eſt-à-dire, tant qu'il ſera neceſſaire pour y tracer une perpendiculaire qui paſſe par le point H, comme la ligne L H, que vous prolongerez auſſi tant qu'il ſera beſoin; retournez enſuite au piquet E pour y tracer une autre perdiculaire ſur la ligne E F, laquelle étant prolongée rencontrera au point M la perpendiculaire L H, ce qui étant fait vous aurez le rectangle E M L K, dont vous meſurerez les longueurs & largeurs avec vôtre chaîne ou une toiſe.

Suppoſons pour exemple, que la longueur E K, ou ſa parallele M L qui lui doit être égale, ſoit de 34 toiſes, & que la largeur E M ou ſa parellele L K; ſoit de 10 toiſes' multipliant ces deux nombres l'un par l'autre, vous aurez 350 toiſes quarrées pour la ſurface totale dudit Rectangle.

Mais ſi le prolongement F K eſt de 5 toiſes, & K G de 4, multipliant

pliant 4 par 5 le produit eſt 20, dont la moitié 10 toiſes eſt la ſurface du triangle FKG. La ligne GD, étant de 6 toiſes, & LH de quatre, le produit de 4 par 6 eſt 24, dont la moitié 12 eſt la ſurface du triangle GLH.

Il faut enſuite trouver dans la ligne HM un point où tombe la perpendiculaire qui part du piquet I, laquelle formera un triangle & un trapeze: de ſorte que ſi la diſtance HN eſt de 24 toiſes, & la perpendiculaire NI de 4 toiſes, le produit de 24 par 4 eſt 96, dont la moitié 48 eſt la ſurface du triangle HNI. Enfin NM étant de 7 toiſes, ME de 10, & ſa parallele NI de 4 toiſes, ajoûtant 10 & 4, la ſomme eſt 14, dont la moitié 7, multipliée par 7, fait 49 pour la ſurface du trapeze EMNI.

C'eſt pourquoi ajoûtant enſemble les ſurfaces de ces trois triangles & celle du trapeze, on aura 119 toiſes, leſquelles étant ôtées de 350, qui eſt la ſurface totale du quarré long, reſtent 231 toiſes pour la ſurface du Maris propoſé EFGHI. On fera la même choſe de toute autre figure. Ces deux Uſages font aſſez connoître la maniere dont les Arpenteurs ſe ſervent de leur Inſtrumens pour lever les Plans & meſurer toutes ſortes de Pieces de Terre.

CHAPITRE III.

Contenant la conſtruction & uſages de differens Recipiangles.

XII. Planche. Fig. A.

IL y a pluſieurs ſortes de Recipiangles ou Meſurangles, mais les meilleurs & les plus en uſage ſont ceux dont nous allons faire la deſcription.

Le Recipiangle marqué A eſt compoſé de deux Regles parfaitement égales en largeur: car il faut que les côtez interieurs de chaque Regle ſoient bien paralleles aux côtez exterieurs. Leur largeur eſt d'environ 1 pouce, & leur longueur d'un pied ou plus. Ces 2 Regles ſont arrondies par la tête également, & attachées l'une ſur l'autre par le moyen d'un clou à tête artiſtement tourné, de ſorte que l'inſtrument ſe puiſſe ouvrir & fermer facilement. Lorſqu'on a pris l'ouverture d'un angle, on met le centre d'un rapporteur à l'endroit où les 2 Regles ſe joignent, & les degrez du bord marquent l'ouverture de l'angle, ou bien on trace ſur le papier l'ouverture que font les Regles du Recipiangle, & puis on la meſure avec un rapporteur.

Fig. B. Le Recipiangle marqué B eſt fait comme le precedent, excepté qu'il y a deux pointes d'acier aux extremitez, afin qu'il puiſſe ſervir de compas. On le nomme ordinairement fauſſe Equerre.

Le

Le Recipiangle marqué C eſt different des autres en ce qu'il marque l'ouverture des angles ſans rapporteur. Fig. C.

Il eſt compoſé de deux regles de cuivre d'égale largeur & bien paralleles, longues de 2 pieds ou environ, larges de 2 ou 3 pouces & d'une ligne d'épaiſſeur jointes enſemble par un clou bien rond. Il y a de plus un cercle diviſé en 360 degrez au bout d'une des regles & un petit index attaché fortement au clou, lequel à meſure que l'on ouvre ou ferme l'inſtrument, marque les degrez de ſon ouverture. Nous ne repetons pas ici la maniere de diviſer le cercle, l'ayant expliquée ſuffiſamment en parlant du rapporteur. On dira ſeulement qu'on commence toûjours à compter les degrez du milieu de la regle où eſt le centre.

On fait encore de cette ſorte de Recipiangle en diviſant un cercle ſur la regle inferieure, & l'on lime la regle de deſſus comme la tête d'un compas de proportion, de ſorte qu'en ouvrant l'inſtrument les deux épaulieres marquent les degrez de ſon ouverture.

Pour meſurer un angle ſaillant avec quelqu'un de ces trois Recipiangles, on applique les côtez interieurs des deux regles ſur les lignes qui forment l'angle. Et pour meſurer un angle rentrant, on applique les côtez exterieurs des mêmes regles le long des lignes qui forment ledit angle.

Le Recipiangle marqué D eſt compoſé de quatre regles de cuivre, de largeur parfaitement égale, jointes enſemble par quatre clous ronds à tête tournée, leſquelles forment un parallelogramme équilateral. Au bout de l'une deſdites regles il y a un demi-cercle de 3 à 4 pouces de diametre, diviſé en 180 degrez, & même en demis, ſi l'on veut, & c'eſt ce qui doit faire preferer ce Recipiangle aux autres. L'autre branche qui paſſe ſur le demi-cercle eſt prolongée juſques ſur la diviſion, afin d'y marquer l'ouverture des angles. Fig. D.

Ces Regles ſe font d'un pied ou deux de longueur, de 8 ou 10 lignes de largeur & d'épaiſſeur convenable. Elles doivent être percées très-également en longueur, ſçavoir celle où eſt le demi-cercle au point 2, où eſt ſon centre, & à l'autre bout au point marqué 1. Celle qui ſert d'alidade doit être percée aux points marquez 2 & 3, & enfin les deux autres regles, chacune à leurs extremitez, au point marqué 4. La regle qui ſert d'alidade doit être attachée au centre & deſſus le demi-cercle; les deux autres Regles, qui ſont d'une même longueur, doivent être attachées par deſſous les deux autres; le tout de maniere que leur mouvement ſoit bien uniforme.

Quand on veut meſurer un angle ſaillant avec ce Recipiangle,

on fait paſſer les deux Regles égales par deſſous les deux autres, afin que les quatre Regles n'en faſſent que deux, pour embraſſer l'angle; mais quand on veut meſurer un angle rentrant, on retire ces deux Regles en dehors, comme elles ſont à preſent, & on les applique dans l'enfoncement de l'angle; & comme en tout parallelogramme les angles oppoſez ſont égaux, on en connoît l'ouverture par les degrez du demi-cercle oppoſé.

Uſage du Recipiangle.

POur lever le plan d'un Baſtion, comme par exemple de celui cotté ABCDE, tracez un broüillon ſur une feüille de papier, meſurez avec le Recipiangle rentrant l'angle E, formé d'une courtine de la place & du flanc du Baſtion propoſé, en l'appliquant horizontalement, de ſorte qu'une des regles ſoit dans l'alignement de ladite courtine, & l'autre regle dans l'alignement du flanc; & ayant reconnu ſa valeur en degrez, marquez-la ſur vôtre memorial dans un petit arc, pour faire connoître que c'eſt la cotte d'un angle. Faites enſuite meſurer la longueur du flanc ED, que vous marquerez le long de la ligne *e d*, de vôtre broüillon; embraſſez avec les regles de vôtre Recipiangle l'angle ſaillant D, de l'épaule, & cottez ſa valeur dans un petit arc; faites meſurer la longueur de la face gauche CD; meſurez avec le Recipiangle l'ouverture de l'angle flanqué C, & enſuite celle des autres angles du Baſtion, de même que la longueur de ſes faces & flancs; après quoi il ſera facile de le remettre au net par le moyen d'une échelle de parties égales & d'un rapporteur.

Fig. 1.

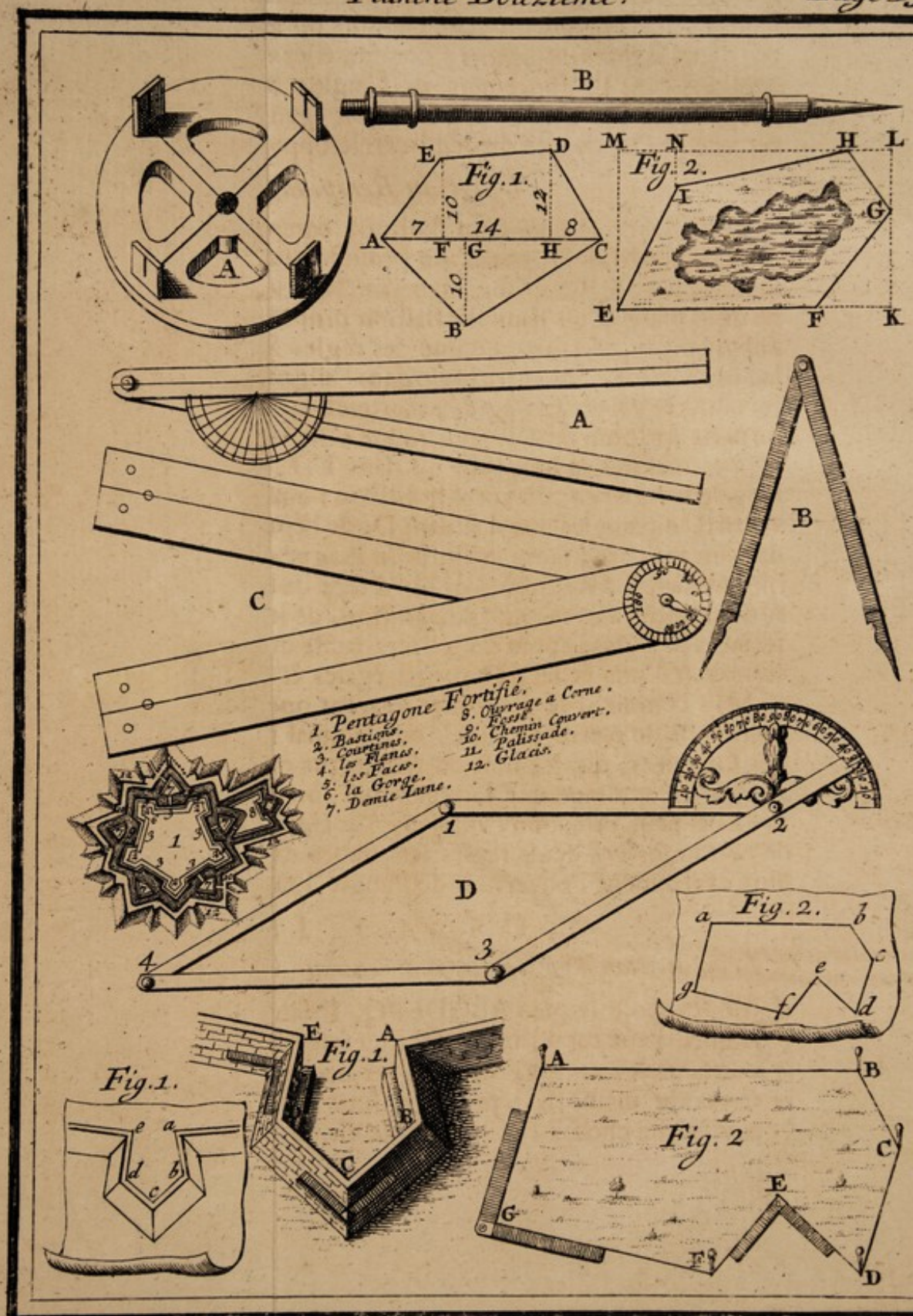
Mais comme il ſe rencontre ſouvent que les angles, qui d'ordinaire ſont de pierre de taille, ont été mal taillez par la negligence des Ouvriers, qui les font ou trop aigus ou trop obtus, pour y remedier on applique une longue regle ſur chaque mur, dont l'alignemet peut être bon, quoique l'angle ſoit mauvais, & poſant de niveau ſur ces deux regles les jambes du Recipiangle, on aura plus exactement l'ouverture de l'angle à meſurer.

USAGE II.

Lever le Plan d'un terrain dont l'enceinte ſoit de figure rectiligne.

SOit propoſé le plan ABCDEFG. Il faut d'abord en deſſiner la figure à vûë ſur un memorial, meſurer exactement ſur le terrain la longueur de tous les côtez, & les marquer à meſure ſur les lignes relatives du memorial; prenez enſuite avec tel Recipiangle que vous voudrez choiſir l'ouverture de chaque angle, comme par exem-

Fig. 2.


B
A
E
D
Fig. 1.
10
12
7
14
8
A
F
G
H
C
10
B
M
N
H
L
Fig. 2.
I
G
E
F
K
A
B
C
1. Pentagone Fortifié.
2. Bastions.
3. Courtines.
4. les Flancs.
5. les Faces.
6. la Gorge.
7. Demie Lune.
8. Ouvrage à Corne.
9. Fossé.
10. Chemin Couvert.
11. Palissade.
12. Glacis.
1
2
D
3
4
Fig. 2.
a
b
c
e
g
f
d
Fig. 1.
E
A
Fig. 1.
B
C
e
a
d
b
c
A
B
Fig. 2
C
E
G
F
D

emple de l'angle ſaillant AGF, l'enfermant avec les jambes du Recipiangle, & marquez les degrez de ſon ouverture ſur l'angle relatif *agf* du memorial; meſurez auſſi l'angle rentrant FED, en mettant la tête du Recipiangle dans le fond de cet angle, en ſorte que l'exteterieur des branches joigne exactement les côtez du terrain qui forment l'angle, & marquez-en la valeur ſur l'angle relatif du memorial, & ainſi de tous les autres angles, dont ayant marqué les degrez, auſſi-bien que la longueur de toutes les lignes meſurées ſur le terrain, on le remettra au net, & par ce moyen on aura le plan ſemblable *abcdefg*. Figure 2.

Sur la même planche on verra le plan d'un Pentagone regulier fortifié avec les noms des parties de ſa fortification.

CHAPITRE IV.

Contenant la conſtruction & l'uſage de la Planchete.

CEt Inſtrument ſe fait de bois, de cuivre ou de toute autre matiere ſolide. Sa figure la plus ordinaire eſt la circulaire. On lui donne environ un pied de diametre. En ſon centre il y a un petit cylindre de cuivre élevé à plomb qui ſert de clou, autour duquel tourne une regle ou alidade garnie de deux pinnules ou d'une lunete. Cette regle doit avoir une ligne droite appellée Ligne de foi, qui réponde exactement au centre du clou, dont le haut doit être tourné en vis pour y recevoir un écrou qui ſerre la regle, à laquelle on attache une petite bouſſole pour orienter les places. *XIII. Planche. Fig. A.*

Autour de la Planchete il y a un cercle d'une épaiſſeur à contenir environ ſix cartons, & d'une largeur convenable à recevoir les diviſions de 363 degrez, & quelquefois les minutes de 5 en 5.

Il faut avoir pluſieurs cartons de la grandeur de la Planchete percez dans le milieu, d'un trou égal à la groſſeur du pivot, de ſorte qu'on puiſſe enfiler tous ces cartons, & mettre la regle par deſſus. Il faut auſſi que l'on puiſſe arrêter le carton de deſſus par le moyen d'une petite pointe attachée au bord de la Planchete, & qui entre un peu dans le carton. On marque ordinairemnt ſur chacun de ces cartons un raïon ou demi-diametre à l'encre pour ſervir de ligne de ſtation.

Au-deſſous de la Planchete on attache un genoüil, comme celui marqué D. Il eſt compoſé d'une boule de cuivre renfermée entre deux, coquilles de même métal, que l'on ſerre plus ou moins par le moyen d'une vis. La tige de ce genoüil, qui eſt une virole, s'emboëte

autour d'un pied à trois branches, qui s'écartent & ſe reſſerrent ſuivant l'inégalité du terrain.

La figure A de la planche 14 repreſente l'inſtrument tout monté. Nous allons donner la conſtruction des pieces qui le compoſent, en commençant par la diviſion de ſon bord ou limbe.

On y trace premierement 2 ou 3 circonferences pour y marquer les degrez avec les chifres de 10 en 10. On diviſe d'abord une de ces circonferences en 4 parties bien égales, dont chacune eſt de 90 degrez, que l'on diviſe en 4, & chacune encore en 3, & par ce moyen le cercle ſe trouve diviſé de 10 en 10 degrez. On ſubdiviſe ces parties en 2, & enfin chacune en 5, & tout le cercle ſe trouve diviſé en 360 degrez. On trace avec une regle à centre les lignes de ces diviſions dans les circonferences qui leur conviennent, puis on y marque les chifres de 10 en 10, en commençant par la ligne de foi de l'inſtrument, qui eſt celle où l'on attache les 2 pinnules fixes ou la lunete.

Une Planchete ainſi diviſée eſt d'un uſage plus étendu que les ſimples Planchetes dont le limbe n'eſt pas diviſé, car elle peut ſervir pour lever exactement les plans & meſurer les diſtances inacceſſibles, par la trigonométrie.

Les figures marquées B repreſentent les pinnules qui ſe placent ſur les differens inſtrumens. Celle de laquelle on aproche l'œil a une fente longue & étroite, qui doit être bien perpendiculairement fenduë avec une ſcie mince, & celle qui eſt tournée vers l'objet, a une ouverture quarrée aſſez large, afin de donner un grand champ pour apercevoir les environs de l'objet, & au milieu de cette ouverture il y a un filet de cuivre très-délié & limé bien droit, afin de couper verticalement l'objet & répondre juſte à la fente de l'autre pinnule; mais afin que l'on puiſſe indifferemment approcher l'œil de telle pinnule que l'on veut, afin d'obſerver auſſi-bien d'un côté que de l'autre avec l'inſtrument ſur lequel elle eſt poſée, on fait à chaque pinnule une fente étroite & un filet délicat, l'une au-deſſus & l'autre au-deſſous, comme les petites figures le montrent. On fait auſſi le plus ſouvent un petit trou entre le filet & la fente. Ces pinnules doivent être exactement poſées aux extremitez & dans la ligne de foi auſſi-bien des inſtrumens que des alidades; on les y attache, ſoit dans des petits quarrez avec un écrou au-deſſous, ou bien par le moyen de vis, ſuivant que la place le requiert.

La petite figure marquée C repreſente le cilindre qui ſert de clou avec ſon écrou pour joindre l'alidade à la Planchete: ceux des demi-cercles & autres inſtrumens ſont faits à peu près de la même maniere, excepté qu'on les rive par deſſous.

La

La figure marquée D repreſente le genouil pour porter les inſtrumens. Il eſt compoſé d'une boule de cuivre renfermée entré 2 coquilles de mëme mêtal, qui ſont fraiſées, bien rondes, avec des boules d'acier trempées & taillées en maniere de lime; ces coquilles ſont ſerrées plus ou moins par le moyen d'une vis, & preſſent auſſi par ce moyen la boule qui eſt renfermée entre les 2 coquilles, & dont une eſt ſoudée à une virole tournée dans laquelle s'emboëte le pied de l'inſtrument; ce genoüil ſe fait de differente groſſeur, ſuivant la grandeur des inſtrumens; & on les y attache avec des vis & une plaque qui eſt rivée au haut de la boule.

Conſtruction des pieds à poſer les Inſtrumens en campagne.

NOus avons parlé du pied ſimple pour porter les Equerres d'Arpenteur; ceux dont nous allons donner la deſcription ſont faits pour n'être pas enfoncez en terre, mais s'étendre ou reſſerrer ſelon que l'inégalité du terrain le requiert.

Le pied marqué E eſt compoſé d'une platine en triangle qui porte dans ſon milieu une tige qui entre dans la virole du genoüil.

Au-deſſous de la platine ſont attachées trois viroles ou douilles à charniere, comme des têtes de compas pour recevoir les trois bâtons ronds, d'une longueur convenable pour que l'œil de l'Obſervateur ſoit environ vis-a-vis des pinnules de l'inſtrument, quand il eſt monté; les extremitez de ces bâtons ſont garnies d'une virole & d'une pointe de fer, afin de tenir ferme ſur la terre & de reſiſter au mouvement que l'on donne aux Inſtrumens quand on les veut tourner, élever ou abaiſſer.

Le pied marqué F eſt fait de 4 bâtons de chêne ou de noïer d'environ 2 pieds de long, & dont celui du milieu, que l'on nomme tige, a ſon extremité arrondie pour entrer dans la virole du genoüil. Le reſte de ce bâton eſt taillé en figure triangulaire, afin de recevoir ſur ſes 3 faces les 3 autres bâtons qui y ſont attachez par le moyen d'une vis en 3 qui eſt attachée au bâton triangulaire, & de 3 écrous pour le tenir ferme quand on l'ouvre, & s'en ſervir en campagne. Ces 3 bâtons ſont garnis d'une virole & d'une pointe de fer & ſont plats en dedans, & à 3 faces en dehors.

Quand on veut porter ce pied on réunit tous les bâtons enſemble, de ſorte qu'ils n'en font qu'un, & ſont par ce moyen plus courts d'environ la moitié que quand on s'en ſert.

A l'un & à l'autre de ces pieds on acroche au milieu un fil avec ſon plomb qui tombe ſur le terrain, pour marquer le point de ſtation.

Uſage de la Planchete.

POur lever la carte d'un Païs, choiſiſſez deux endroits éminens comme ſont, par exemple, l'Obſervatoire & la Salpetriere d'où l'on puiſſe découvrir le Païs proche de Paris, dont on veut faire la Carte ; marquez autour du centre d'un de vos cartons le nom du lieu où vous prétendez faire cette premiere ſtation, & ce carton étant arrêté par la point qui eſt au bord de la Planchete, mettez la regle par deſſus en la ſerrant ſuffiſamment par le moyen de la vis & de ſon écrou. Fig. 1.

Poſez la Planchete ſur ſon pied en lui donnant une ſituation à peu près horiſontale, en ſorte qu'elle demeure ferme quoiqu'on tourne l'alidade, & la ſuppoſant plantée à l'Obſervatoire, mirez par les pinnules de la regle le clocher de la Salpetriere, & marquez le long de la ligne de foi depuis le centre, la ligne de ſtation.

Tournez enſuite la regle alidade, pour obſerver par ſes pinnules quelque objet remarquable, comme par exemple, le clocher de Vaugirard, vers lequel il faut tracer une ligne ſur le carton au long du côté de la regle qui répond au centre de l'inſtrument, & écrire le long de cette ligne le nom du lieu où vous avez miré.

Tournez encore la regle vers un autre objet, comme vers Montrouge, & faites la même choſe vers tous les autres Lieux conſiderables que l'on peut appercevoir de l'Obſervatoire.

Levez la Planchete de la premiere ſtation ayant bien remarqué ſa place, & la tranſportez au lieu déſigné, comme à la Salpetiere faites meſurer exactement la diſtance entre les deux ſtations ſur un terrain de niveau, dont vous marquerez le nombre des toiſes ſur vôtre carton, lequel vous tournerez pour en avoir un blanc ſous la regle, car il en faut changer autant de fois que l'on fait de ſtations differentes pour obſerver les angles de poſition des lieux. Marquez autour du centre de ce nouveau carton le nom du lieu de la ſeconde ſtation & ſur la ligne de baſe, le nombre des toiſes meſurées, afin de vous ſouvenir que cette ligne eſt la même que celle du precedent carton. La Planchete étant placée en ce lieu, diſpoſez-la de maniere qu'en mettant la ligne de foi de la regle ſur la ligne de ſtation, vous découvriez par ſes pinnules le lieu de l'Obſervatoire où s'eſt faite la premiere ſtation.

L'Inſtrument demeurant ferme en cette ſituation, tournez la regle pour mirer l'un après l'autre les mêmes objets qui ont été vûs de l'Obſervatoire, & tracez de même ſur le carton des lignes le long

long de la regle, depuis le centre vers les lieux que vous pourrez voir, en écrivant leur nom ſur chaque ligne qui leur correſpond.

Si l'on ne peut voir tous les lieux que l'on veut placer ſur la carte, des deux ſtations precedentes, il faudra choiſir quelque autre lieu d'où l'on puiſſe les obſerver & faire autant de nouvelles ſtations qu'il ſera neceſſaire pour voir chaque objet remarquable de deux endroits ſuffiſamment éloignez l'un de l'autre.

Pour repreſenter cette carte ſur une feüille de papier, tracez-y une ligne droite longue à volonté, pour ſervir de baſe commune, & la diviſez en autant de parties égales que vous avez meſuré de toiſes ſur le terrain : d'une extremité de la ligne comme centre, décrivez des arc de cercle égaux à ceux qui ont été tracez ſur le premier carton ; de l'autre extremité décrivez des arcs de cercle égaux à ceux qui ont été tracez ſur le ſecond carton, & prolongez les lignes juſqu'à ce qu'elles ſe rencontrent ; les points où ces lignes ſe couperont ſeront les points de poſition des lieux qui auront été obſervez.

On peut encore rapporter les ſtations plus facilement en poſant le centre du carton ſur le point, & marquer ſur le papier les extremitez des lignes du carton & tirer des lignes depuis leurs ſtations.

Par le moyen de cette Planchete on a tous les angles de poſition des lieux où l'on peut pointer les pinnules ou lunetes, par rapport aux lieux où l'on a placé l'inſtrument, quand même on ne connoîtroit pas leur valeur en degrez.

Ce que nous venons de dire eſt ſuffiſant pour l'uſage de la Planchete par rapport aux poſitions des lieux, pour la conſtruction des Cartes de Géographie, parce que les operations ſont les mêmes pour tous les differens endroits ; à l'égard de ſes uſages, par rapport à la Trigonométrie, ce ſont les mêmes que ceux du demi-cercle & du quart de cercle dont nous allons parler.

CHAPITRE V.

Contenant la conſtruction & les uſages du quart de Cercle & du quarré géométrique.

LA figure marquée G, repreſente un quart de cercle & un quarré géométrique avec ſon alidade & ſes pinnules.

On le fait ordinairement de cuivre ou d'une autre matiere ſolide, de 12 à 15 pouces de raïon, d'une épaiſſeur raiſonnable & bien dreſſée : ſa circonference ſe diviſe premierement en 90 degrez, & Fig. G. chaque degré ſe ſubdiviſe en autant de parties égales qu'il eſt poſſible

ble de le faire ſans confuſion, & de telle ſorte que les diviſions & ſubdiviſions des degrez puiſſent être juſtes & bien diſtinctement marquées ſur le bord de l'inſtrument.

Pour cet effet on décrit premierement deux circonferences ſur le bord du quart de cercle, l'une intérieure, & l'autre extérieure, éloignées l'une de l'autre d'environ 8 ou 6 lignes, & après les avoir diviſées en degrez, on tire des lignes tranſverſales entre ces deux circonferences du premier degré au ſecond, du ſecond au troiſiéme, & ainſi de ſuite, juſqu'au dernier.

Enſuite dequoi, ſi l'on veut ſubdiviſer chaque degré de 10 en 10 minutes, on décrit du centre de l'inſtrument 5 autres circonferences concentriques qui coupent toutes les tranſverſales; mais ſi l'on vouloit ſubdiviſer chaque degré de 5 en 5 minutes, il faudroit décrire onze circonferences concentriques entre les deux extremitez.

Les diſtances entre ces circonferences ne doivent pas être tout-à-fait égales, à cauſe que l'étenduë d'un degré priſe dans la largeur du bord forme une eſpece de trapeze plus large vers la circonference extérieure, & plus étroite vers l'intérieure, ce qui fait que la circonference moyenne qui diviſe chaque degré en deux parties égales doit être un peu plus près de la circonference intérieure que de l'extérieure, & les autres à proportion.

XIII. *Planche.* Fig. H. Pour faire exactement ces ſubdiviſions les tranſverſales doivent être des lignes courbes comme BCD, que l'on décrit en faiſant paſſer une portion de circonference par le centre du quart de cercle B, par le commencement du 1r degré marqué D, ſur le bord en la circonference intérieure, & par la fin du même degré C, en la circonference extérieure; ce qui eſt facile à executer par l'uſage 18, du 1r. Liv. qui enſeigne à faire paſſer la circonference d'un cercle par trois point donnez, & par ce moyen on trouvera le point F pour centre de la tranſverſale courbe qui paſſe par le premier degré.

On diviſe enſuite une de ces lignes courbes tranſverſales en parties égales, & du centre de l'inſtrument on trace autant de circonferences concentriques qu'il en faut pour ſubdiviſer chaque degré en autant de parties égales qu'il eſt poſſible de le faire ſans confuſion.

La raiſon de cette operation eſt que la tranſverſale courbe étant diviſée en parties égales, ſi du centre de l'inſtrument vous menez par tous les points de diviſion de cet arc des lignes droites, vous aurez audit centre autant d'angles égaux entr'eux, puiſqu'ils ſeront tous dans la circonference d'un même cercle, & qu'ils s'appuïeront tous ſur des arcs égaux; & les côtez de ces angles étant continuez, diviſeront

diviſeront le degré en autant de parties égales.

Mais comme ce n'eſt pas une petite peine de trouver les centres de 90 arcs qui paſſent chacun par 3 points ſemblables à BDC, & que d'ailleurs il eſt évident que tous les centres de ces arcs doivent être placez dans la circonference d'un cercle qui ait le point B pour centre, puiſque tous ces arcs paſſent par le point B, il n'y a qu'à décrire un cercle du centre B & de l'intervale BF, & diviſer ſa circonference en 360 degrez, ſur leſquels poſant l'un après l'autre le pied immobile du compas, vous décrirez avec la même ouverture FB tous les arcs ſemblables à BDC entre les cercles AC, DE, & les arcs de cercle qui ſeront ſes tranſverſales diviſeront pareillement en degrez les circonferences qui ſont au bord de l'inſtrument. Il eſt à remarquer que la figure n'eſt diviſée que de 5 en 5 degrez, étant trop petite pour qu'elle pût être diviſée de degrez en degrez.

On peut encore tracer les tranſverſales courbes de cette autre maniere, ſans transferer le pied immobile du compas ſur tous les degrez l'un après l'autre : Tenez la pointe du compas immobile dans un ſeul & même point, comme F; mais en ce cas il faudra faire avancer par degrez l'inſtrument que vous voulez diviſer autour du centre d'un grand cercle déja diviſé par degrez, par le moyen d'une regle, laquelle lui ſera fortement attachée, & qui s'étend juſques ſur la diviſion du grand cercle.

Les ouvriers adroits pourront abreger leur travail en ajuſtant une regle d'acier, mince ſuivant la courbure de la premiere tranſverſale qu'ils auront tracée, & par ce moyen ils pourront tracer toutes les autres.

Si l'on veut tirer les tranſverſales en lignes droites d'un degré à l'autre, on peut trouver par le calcul de la Trigonométrie rectiligne la longueur des raïons de chacune des circonferences qui coupent les tranſverſales, dont voici un exemple.

Je ſuppoſe un quart de cercle ayant 6 pouces de raïon, qui eſt un des plus petits que l'on ait coûtume de diviſer par des tranſverſales. Je ſuppoſe auſſi une échelle de mille parties égales, & que la largeur du bord de ce quart de cercle entre la circonference intérieure & l'extérieure ſoit de 9 lignes, leſquelles correſpondent à 125 des mêmes parties égales, dont le raïon en contient mille; je trouve par le calcul que la tranſverſale droite, tirée d'un degré à l'autre qui ſuit, eſt de 126 des mêmes parties, & que le raïon de la circonference intérieure qui eſt de 5 pouces & 3 lignes, en contient 875.

L'Angle obtus fait de ce raïon & la tranſverſale eſt de 172 d. 2

m. & calculant enſuite la longueur de chaque raïon des circonferences qui coupent les tranſverſales & qui les diviſent de 10 en 10 m. je trouve que le raïon de 10 m. contient 894 des mêmes parties, au lieu de 896 qu'il contiendroit ſi l'on diviſoit la largeur du bord du quart de cercle en 6 parties égales. Le raïon de 20 min. en doit contenir 913, au lieu qu'il en auroit 917. Le raïon de 30 m. en doit contenir 933, au lieu de 938. Le raïon de 40 m. en doit contenir 954, au lieu de 959. Enfin le raïon de 50 min. en doit contenir 977, au lieu de 980 qu'il auroit ſi l'on diviſoit la largeur du bord de ce quart de cercle en 6 parties égales.

La plus grande erreur qui eſt de 5 parties répond environ à 1 tiers de ligne, ce qui pourroit cauſer erreur de 2 minutes. Mais cette erreur diminuë à proportion que le raïon du quart de cercle a de longueur comparé aux tranſverſales, de ſorte que l'erreur eſt moindre de moitié, ſi le raïon du quart de cercle étant d'un pied, la largeur du bord entre les 2 circonferences extrêmes n'eſt que de 9 lignes.

Ce que nous venons de dire pour la diviſion du quart de cercle, ſe doit entendre de même pour les Planchetes, le cercle, le demi-cercle, & toutes portions de cercle que l'on veut diviſer en minutes.

A l'égard du quarré géométrique chaque côté ſe diviſe en cent parties égales, commençant par les extremitez, afin que le centiéme nombre finiſſe à l'angle de 45 degrez. On diſtingue ces diviſions par de petites lignes de 5 en 5 & des chifres de 10 en 10. Toutes ces diviſions étant prolongées de par & d'autre, forment un petit treillis qui contient en ſa ſurface dix mille petits quarrez égaux.

Ce quart de cercle eſt garni de deux pinules immobiles, attachées à un de ſes demi-diametres, & d'un fil avec ſon plomb, ſuſpendu au centre, & d'une alidade mobile, avec deux autres pinules, laquelle eſt attachée au centre par le moyen d'un clou à tête, tourné à peu près comme celui de la Planchete. Les pinules ſont preſque de la même façon que celle de la figure B.

Au lieu des pinules immobiles on attache quelquefois à un des raïons du quart de cercle une Lunete de longue vûë, & l'on cherche enſuite le 1r point de diviſion de la circonference en la maniere qui eſt expliquée ci-après dans le traité du quart de cercle Aſtronomique : car pour celui-ci nous le deſtinons principalement à meſurer ſur la terre les hauteurs & diſtances tant acceſſibles qu'inacceſſibles.

A la ſurface inferieure de ce quart de cercle on attache avec trois vis un genoüil, par le moyen duquel il peut être ſitué en toutes les poſitions convenables à ſes differens uſages. Ce genoüil eſt le même que celui marqué D.

Cet

Cet inſtrument ſe met en uſage en differentes ſituations; car premierement il peut être diſpoſé en ſorte que ſon plan faſſe angles droits avec l'horiſon, afin de pouvoir obſerver les hauteurs & profondeurs; ce qui ſe peut encore faire en deux manieres differentes, ſçavoir, en ſe ſervant des pinnules immobiles & du fil avec ſon plomb, & pour lors aucun de ſes demi-diametres ne ſe trouve parallele au plan de l'horiſon: ou bien en ſe ſervant des pinules attachées à l'alidade mobile, & pour lors il faut toûjours qu'un des demi-diametres du quart de cercle ſoit parallele à l'horiſon, & que l'autre lui ſoit perpendiculaire; ce qui ſe peut faire par le moyen du plomb ſuſpendu au centre, & pour lors les pinules immobiles ſont inutiles.

Enfin, ce quart de cercle ſe peut placer de maniere que ſon plan ſoit à peu près parallele à l'horiſon pour obſerver les diſtances horiſontales avec l'alidade mobile & les pinules immobiles, & pour lors le fil avec ſon plomb n'eſt pas d'uſage,

Uſage du quart de cercle avec deux pinules immobiles & un plomb ſuſpendu au centre.

Premierement par les Degrez.

POur obſerver les hauteurs, comme celle d'un Aſtre au Ciel, ou la hauteur d'une Tour, placez le quart de cercle verticalement; mettez l'œil ſous la pinule immobile qui eſt vers la circonference du quart de cercle, & dirigez l'inſtrument de maniere que le raïon viſuel paſſant par les ouvertures des 2 pinules tende au point de l'objet propoſé; à l'égard du Soleil il ſuffit qu'un de ſes raïons paſſe par les deux petits trous qui doivent être percez au bas des pinules.

L'Arc de la circonference compris entre le fil du plomb & le demi-diametre où ſont attachées les pinules, marque le complément de la hauteur de l'Aſtre ſur l'horiſon ou ſa diſtance du Zénith: l'arc compris entre le fil & l'autre demi-diametre qui eſt vers l'objet marque ſa hauteur ſur l'horiſon.

Ce même Arc détermine auſſi l'ouverture de l'angle fait par le raïon viſuel & la ligne horiſontale parallele à la baſe de la Tour.

Mais pour obſerver des profondeurs, comme celle d'un foſſé ou d'un puits, il faut mettre l'œil au-deſſus de la pinule qui eſt vers le centre du quart de cercle

Toute l'operation conſiſte à calculer des triangles par des regles de trois, formées de la proportion des ſinus des angles à leurs côtez oppoſez, ſuivant les preceptes de la Trigonometrie rectiligne, dont nous allons donner ici quelques exemples.

USAGE I.

XIII. Planche. Fig. 2.

SOit proposé à connoître la hauteur de la Tour AB, dont le pied est accessible.

Ayant planté le pied de vôtre instrument au point C, regardez le sommet de la Tour A par les deux pinules immobiles; le fil du plomb suspendu librement s'arrêtera sur le nombre de degrez qui détermine la valeur de l'angle qui se fait au centre du quart de cercle par le raïon visuel & la ligne horisontale, parallele à la base de la Tour; comptant les degrez compris entre le fil & le demi-diamatre qui est du côté de la Tour.

Supposé donc que ce fil soit arrêté sur 35 deg. 35 m. & qu'ayant mesuré exactement la distance du pied de la Tour sur le terrain de niveau, avec la chaîne, jusqu'au lieu où s'est faite l'observation, on ait trouvé 47 pieds; on aura trois choses connuës, sçavoir, le côté mesuré BC, & les angles du triangle ABC; car comme on suppose toûjours les murs bâtis à plomb, l'angle B est droit ou de 90 deg. & par consequent les 2 angles aigus A & C valent ensemble 90 deg. puisque les 3 angles de tout triangle rectiligne sont égaux à 2 droits.

Or l'angle observé est de 35 d. 35 m. donc l'angle A est de 54 d. 25 m. ensuite dequoi vous formerez cette analogie; le sinus de 54 d. 25 m. donne 47, que donnera le sinus de 35 d. 35 m.

Le calcul étant fait on trouvera 33 pieds & demi, pour 4^{me} terme de la regle de trois, auquel nombre ajoûtant 5 pieds pour la hauteur du centre du quart de cercle, & qui est ordinairement la hauteur de l'œil d'un homme qui observe au-dessus du terrain, on aura 38 pieds & demi pour la hauteur de la Tour proposée.

USAGE II.

SOit proposé à connoître la hauteur de la Tour inaccessible DE. Il faut en ce cas faire deux Observations, comme je vais l'expliquer.

Fig. 3.

Placez le pied de vôtre quart de cercle au point F, & regardant le sommet de la Tour D par les 2 pinules immobiles, remarquez sur quel degré s'arrête le fil du plomb, que je suppose pour exemple être arrêté sur 34 degrez; levez ensuite l'instrument avec son pied, à la place duquel vous planterez un piquet; reculez-vous sur un terrain de niveau pour placer une seconde fois le pied de l'instrument, comme au point G, en sorte que le piquet laissé au point F, soit dans le même alignement que la la Tour, & regardant par les 2 pinules im-

mo-

mobiles le ſommet de ladite Tour D, remarquez le point de la circonference du quart de cercle marqué par le fil du plomb, lequel je ſuppoſe par exemple, être 20 deg. meſurez auſſi très exactement la diſtance entre les 2 ſtations, laquelle je ſuppoſe 9 toiſes ou 54 pieds.

Cela étant fait vous connoîtrez tous les angles du triangle DG, & de plus le côté meſuré FG, & par ce moyen il ſera facile de trouver le côté DF, enſuite le côté DE en faiſant les analogies ſuivantes.

L'angle EFD étant trouvé de 34 deg. l'angle de ſuite DFG ſera de 146, & l'angle G ayant été trouvé de 20 deg. il s'enſuit que l'angle FDG eſt de 14; c'eſt pourquoi vous direz ſi le ſinus de 14 deg. donne 54 pieds, que donnera le ſinus de 20 deg. le calcul étant fait on trouvera 76 pieds & environ un tiers, pour le côté DF, après quoi il faut calculer le triangle rectangle DEF, duquel on connoît déja tous les angles & l'hypotenuſe DF: c'eſt pourquoi on dira ſi le ſinus total donne 76 pieds & un tiers, que donnera le ſinus de 34 degrez; le calcul étant fait on trouvera 42 pieds & deux tiers pour le côté DE, auquel ajoûtant 5 pieds pour la hauteur du centre du quart de cercle au-deſſus du terrain, on aura 47 pieds & deux tiers pour la hauteur de la Tour propoſée.

Ces calculs ſe font bien plus promptement par les Logarithmes que par les nombres ordinaires, puiſque le tout ſe réſout par additions & ſouſtractions, comme il eſt expliqué plus amplement dans les Livres qui traitent de la Trigonométrie.

Ces propoſitions & toutes autres de même, ſe peuvent auſſi réſoudre ſans calcul, faiſant ſur le papier des triangles ſemblables à ceux qui ſe forment ſur le terrain.

Ainſi pour réſoudre la preſente queſtion faites une Echelle de 10 toiſes, c'eſt à-dire, tracez la ligne droite AB aſſez longue, afin que la diviſion en ſoit exacte; diviſez-la en 10 parties égales & ſubdiviſez une deſdites parties en 6 pour avoir une toiſe diviſée en pieds.

Tirez enſuite la ligne indéterminée EG; faites avec un rapporteur au point G un angle de 20 degrez, & tirez la ligne indéterminée GM; portez de G en F 9 toiſes ou 54 pieds, priſes ſur vôtre Echelle; faites au point F un angle de 34 degrez, & tirez la ligne FD, laquelle coupera la ligne GD en un point comme D, duquel vous abaiſſerez la perpendiculaire DE, qui repreſentera la hauteur de la Tour propoſée, & meſurant cette ligne DE ſur l'Echelle, vous trouverez qu'elle contient 47 pieds & 8 pouces.

Tous les autres côtez de ces triangles ſe meſureront ſur la même Echelle.

USAGE III.

Connoitre la largeur d'un Puits ou d'un Foſſé dont on peut meſurer la profondeur.

SOit propoſé à meſurer la largeur du Foſſé CD, dont on peut approcher.

Placez le quart de cercle ſur le bord au point A, en ſorte que par
Fig. 4. les ouvertures des pinules immobiles vous puiſſiez voir le fonds du Foſſé au pied de l'autre bord D, Examinez quel angle eſt marqué par le fil du plomb, que je ſuppoſe en cet exemple de 63 deg. Meſurez la profondeur AC, depuis le centre du quart de cercle, laquelle je ſuppoſe de 25 pieds & perpendiculaire. Faites enſuite un petit triangle rectangle ſemblable, dont un des angles aigus ſoit de 63 deg. & par conſequent l'autre ſera de 27, & que le plus petit côté ſoit de 25 parties égales priſes ſur une Echelle; meſurez enfin ſur cette même Echelle le côté CD du petit triangle; il ſera d'environ 49 parties, ce qui fait juger que la largeur du Foſſé propoſé eſt de 49 pieds.

Uſage du quarré géométrique.

LE quart de cercle étant bien placé verticalement & les pinules dirigées vers le haut de la Tour propoſée à meſurer; ſi le fil du plomb coupe le côté du quarré où eſt marqué, ombre droite, la diſtance du pied de la Tour au point de ſtation eſt moindre que ſa hau-
Fig. G. teur; ſi le fil tombe le long de la diagonale du quarré, la diſtance eſt égale à la hauteur, mais ſi le fil coupe le côté du quarré où eſt marqué ombre verſe, la diſtance de la Tour eſt plus grande que ſa hauteur.

Ayant donc meſuré la diſtance du pied de la Tour, au lieu où ſe fait l'obſervation, on en trouvera la hauteur par le moyen de la regle de proportion dont on aura 3 termes connus, mais leur diſpoſition n'eſt pas toûjours la même; car lorſque le fil coupe le côté du quarré où eſt marqué, ombre droite, le premier terme de la regle de 3, doit être la partie dudit côté coupée par le fil, le ſecond terme ſera le nombre entier du côté du quarré géométrique, & le troiſiéme terme, la diſtance meſurée.

Et lorſque le fil coupe le côté du quarré où eſt marqué, ombre verſe, le premier terme de la regle de trois doit être le côté entier du quarre geometrique; le ſecond terme, la partie du côté coupée par le fil; & le troiſiéme, la diſtance meſurée.

Suppoſons, par exemple, qu'ayant obſervé le haut d'une Tour, le fil du plomb ait coupé le côté d'ombre droite au point marqué 40,

&

& que lâ diſtance meſurée ſoit de 20 toiſes; je diſpoſe la regle de proportion en la maniere ſuivante. [20. 100. 20.

Multipliant 20, par 100, & diviſant le produit 2000 par 40, on trouvera pour quatriéme terme de cette regle 50, qui ſignifie que la hauteur de la Tour eſt de 50 toiſes.

Mais ſi le fil du plomp a coupé le côté d'ombre verſe, comme par exemple, au point marqué 60, & que la diſtance meſurée ſoit de 35 toiſes, diſpoſez les trois premiers termes de la regle de proprion en cette autre maniere. [100. 60. 35.

Multipliez 35 par 60, & le produit 2100, étant diviſé par 100; le quotien 21 ſera la hauteur de la Tour.

Uſage du Treillis ſans calcul.

TOutes ces operations ſe peuvent réſoudre ſans calcul, comme nous allons le faire voir par quelques exemples.

USAGE I.

SUppoſons, comme nous avons déja fait, que le fil du plomb coupe le côté d'ombre droite au point marqué 40, & que la diſtance meſurée ſoit de 20 toiſes, cherchez dans le treillis celle des perpendiculaires au raïon, qui ſoit de 20 parties depuis le fil; cette perpendiculaire coupera le côté du quarré qui aboutit au centre au point marqué 50; c'eſt pourquoi en ce cas la hauteur de la Tour ſera de 50 toiſes. Fig. G.

On diviſe quelquefois l'alidade mobile en parties égales à celles du Treillis, & par ce moyen on peut connoître la longueur de l'hypotenuſe ou raïon viſuel, en rapportant l'alidade diviſée à la place du fil.

USAGE II.

MAis ſi le fil coupoit le côté d'ombre verſe au point marqué 60, & que la diſtance meſurée fut de 35 toiſes, comptez ſur le raïon pu quart du cercle depuis le centre, 35 parties; comptez auſſi les diviſions de la perpendiculaire depuis ce point 35 juſqu'au fil, vous y trouverez 21 parties; c'eſt pourquoi en ce cas la hauteur de la Tour ſeroit de 21 toiſes.

Souvenez-vous qu'en tous les cas il faut ajoûter la hauteur du centre de l'Inſtrument au-deſſus du terrain. Si, par exemple, cette hauteur eſt 5 pieds, la hauteur de la Tour dans le dernier exemple ſera de 21 toiſes 5 pieds.

USA-

USAGE III.

Connoître avec le Treillis une hauteur inacceſſible.

POur cet effet il faut faire deux ſtations & meſurer la diſtance entre les deux ſtations, mais il y a trois cas à obſerver.

PREMIER CAS.

Où le côté d'ombre droite eſt coupé toutes les 2 fois par le fil du plomb.

SUppoſons, par exemple, qu'à la premiere obſervation le fil coupe le côté d'ombre droite au point marqué 30, & que s'étant reculé de 20 toiſes en place bien de niveau, au premier point, ce fil coupe le même côté d'ombre droite au point 70; marquez la poſition du fil en ces deux ſtations, en traçant ſur le treillis une ligne de craïon depuis le centre juſqu'audit point 30, & une autre juſqu'au point marqué 70; cherchez entre ces deux lignes une portion de parallele qui ſoit d'autant de parties que la diſtance meſurée contient de toiſes, c'eſt-à-dire 20 en cet exemple, ladite parallele étant continuée, conviendra au nombre 50, compté depuis le centre; c'eſt pourquoi la hauteur de la Tour obſervée ſera de 50 toiſes; on connoîtra auſſi par le même moyen que la diſtance du pied de la Tour juſqu'à la premiere ſtation qui n'avoit pû être meſurée, eſt de 15 toiſes; parce qu'il y a 15 parties compriſes ſur la parallele entre le nombre 50 & la ligne de craïon de la premiere ſtation.

Au lieu de tirer des lignes de craïon on pourroit ſe ſervir de 2 fils téndus depuis le centre, dont celui où eſt attaché le plomb en ſeroit 1.

SECOND CAS.

Où le côté d'ombre verſe eſt coupé toutes les deux fois par le fil.

SUppoſons qu'en la premiere ſtation le fil du plomb coupe le côté d'ombre verſe au point marqué 80; & que s'étant reculé en place unie, de 15 toiſes, le fil coupe le même côté d'ombre verſe au point 50; marquez ſur le treillis les 2 differentes poſitions du fil par 2 lignes de craïon ou autrement, & cherchez entre ces deux lignes une portion de parallele qui contienne autant de parties que la diſtance meſurée contient de toiſes, comme en cet exemple 15 parties à cauſe des 15 toiſes de diſtance ſuppoſée entre les 2 ſtations; à ces 15 parties ajoûtez-en 25, qui ſont la continuation de la même parallele juſqu'au côté du quarré qui aboutit au centre, ce qui fait en tout 40 parties, c'eſt pourquoi la diſtance de la Tour juſqu'au point de la ſeconde ſtation eſt de 40 toiſes; & pour avoir ſa hauteur, cherchez

ſur

ſur le côté du quarré qui aboutit au centre le nombre 40, qui eſt celui de ſa diſtance, & comptez depuis ce nombre juſqu'à la premiere ligne de craïon les parties de la parallele, qui en cet exemple ſe trouveront au nombre de 20; c'eſt pourquoi la hauteur de ladite Tour eſt de 20 toiſes, en y ajoûtant toûjours, comme nous avons déja dit, la hauteur du centre du quart de cercle par-deſſus le terrain.

TROISIE'ME CAS.

SI dans une des ſtations le fil tombe le long de la diagonale du quarré, & que dans l'autre il coupe le côté d'ombre droite, il faut faire la même choſe que ſi le côté d'ombre droite avoit été coupé toutes les deux fois par le fil du plomb.

Mais ſi le fil tombe le long de la diagonale à une des 2 ſtations, & qu'il coupe le côté d'ombre verſe en l'autre ſtation; il faut faire comme ſi toutes les 2 fois le côté d'ombre verſe avoit été coupé par le fil.

La raiſon de tout ceci eſt qu'il ſe fait toûjours ſur le treillis un petit triangle ſemblable au grand, qui ſe fait ſur la terre, quoique diverſement poſé. La ligne marquée par le fil du plomb repreſente toûjours le raïon viſuel; les 4 autres côtez du petit triangle qui font angle droit, repreſentent la hauteur de la Tour & ſa diſtance; quand le fil du plomb coupe le côté d'ombre droite, la hauteur eſt repreſentée par les diviſions du côte qui part du centre; mais quand le fil coupe le côté d'ombre verſe, la diſtance eſt repreſentée par les diviſions du côté du treillis qui part du centre, & la hauteur par la perpendiculaire, qui convient au nombre de la diviſion dudit côté.

USAGE IV.

Pour connoitre une profondeur comme celle d'un Puits ou d'un Foſſé.

IL en faut meſurer la largeur & voir le fond par les ouvertures des deux pinules immobiles, mais de telle ſorte que d'une ſeule vûë on voye le bord intérieur d'en haut de devers nous, & l'oppoſite d'en bas où touche l'eau. Alors le fil coupera la parallele correſpondante au nombre des pieds ou toiſes de la largeur du Puits, que l'on ſuppoſe avoir été meſurée actuellement; & le nombre de la perpendidulaire où aboutira cette parallele, déterminera la profondeur, dont il faudra ſouſtraire la hauteur du centre de l'inſtrument au-deſſus du bord du Puits.

On trouvera de même la largeur d'un Foſſé dont on pourra meſurer la profondeur.

Pour bien entendre tout ceci, il eſt bon d'avoir en main le quarré geométrique avec ſon treillis.

Uſage du quart de cercle, en ſe ſervant de l'alidade mobile avec ſes pinules, pour meſurer les hauteurs & profondeurs.

PLacez le quart de cercle, de ſorte que ſon plan faſſe angle droit avec l'horiſon, & qu'un de ſes raïons ou demi-diametres ſoit exactement parallele audit horiſon, ce qui ſera lorſque le fil du plomb librement ſuſpendu, tombera le long de l'autre demi-diametre.

En cette ſituation les 2 pinules immobiles ne ſont d'aucun uſage, à moins que l'on ne voulut s'en ſervir pour obſerver la diſtance de 2 étoiles, & pour lors il faut incliner le quart de cercle en dirigeant les pinules immobiles vers un aſtre, & les pinules mobiles vers l'autre; l'arc compris entre deux donnera leur diſtance, d'où l'on peut conclure la diverſité de leurs aſpects.

S'il s'agit d'obſerver une hauteur, le centre de l'inſtrument doit être au-deſſus de l'œil; mais ſi l'on obſerve une profondeur, il faut que l'œil ſoit au-deſſus du centre.

USAGE I.

Pour obſerver une hauteur comme celle d'une Tour, dont le pied eſt acceſſible.

AYant placé le quart de cercle de la maniere que nous venons de dire, tournez l'alidade de telle ſorte que vous puiſſiez voir le ſommet de la Tour par les ouvertures des pinules; l'Arc de la circonference du quart de cercle compris entre le demi-diametre, parallele à l'horiſon, & la ligne de foy de l'alidade marquera l'ouverture de l'angle qui ſe fait au centre de l'inſtrument. Si enſuite on meſure exactement la diſtance du pied de la Tour au lieu où eſt placé l'inſtrument, on aura 3 choſes connuës dans le triangle à meſurer, ſçavoir, la baſe & les 2 angles faits à ſes extremitez, dont l'un eſt toûjours droit, puiſqu'on ſuppoſe la Tour bâtie & dreſſée à plomb, & l'autre angle égal à celui que fait la ligne de foy de l'alidade avec le demi-diametre, parallele à l'horiſon; le reſte ſe trouvera par les regles de la Trigonométrie rectiligne, comme nous avons dit ci-devant; ou bien ſans calcul en traçant ſur le papier des triangles ſemblables à ceux qui ſe font ſur le terrain; ou bien par le quarré géométrique, en obſervant que dans cette poſition du quart de cercle le côté d'ombre droite doit toûjours être parallele à l'horiſon, & que le côté d'ombre verſe lui doit être perpendiculaire.

USA-

USAGE II.

Pour connoître la hauteur d'une Tour ſoit acceſſible ou inacceſſible, par le moyen du Treillis.

EN cette ſituation du quart de cercle, il ſe forme toûjours ſur le Treillis de petits triangles ſemblables, dons les côtez homologues ſont paralleles & ſemblablement poſez à ceux des grands triangles qui ſe forment ſur la terre; ce qui rend les operations plus ſimples & plus faciles que dans l'autre ſituation du quart de cercle; comme nous allons l'expliquer en faiſant trois differentes ſuppoſitions, ſelon les differens cas qui peuvent ſe rencontrer.

PREMIER CAS

SUppoſons, par exemple, qu'ayant obſervé le haut d'une Tour dont le pied eſt acceſſible, par les ouvertures des pinules de l'alidade mobile, la ligne de foy coupe le côté d'ombre droite au point marqué 40, & que la diſtance du pied de la Tour ſoit de 20 toiſes, cherchez entre les paralleles à l'horiſon, depuis celle qui paſſe par le centre juſqu'à l'alidade, la parallele qui eſt de 20 parties, à cauſe des 20 toiſes de diſtance ſuppoſée, vous verrez qu'elle aboutit au nombre 50, du côté perpendiculaire du quarré compté depuis le centre; d'ou vous jugerez que la hauteur de cette Tour eſt de 50 toiſes au-deſſus du centre du quart de cercle.

SECOND CAS.

SUppoſons que dans une autre obſervation l'alidade coupe le côté d'ombre verſe au point marqué 60, & que la diſtance meſurée ſoit de 35 toiſes; comptez depuis le centre du quart de cercle le long du côté parallele à l'horiſon 35 parties, pour les 35 toiſes de diſtance, & de ce point, comptant les parties de la perpendiculaire juſqu'à l'interſection de la ligne de foy, vons en trouverez 21; ce qui doit faire juger que la hauteur de la Tour propoſée à meſurer, eſt de 21 toiſes.

TROISIE'ME CAS.

SUppoſons enfin que le pied de la Tour ſoit inacceſſible, & qu'il faille faire 2 ſtations, comme nous avons dit ci-devant, on peut trouver la hauteur ſans aucune diſtinction d'ombre droite ou verſe; car ayant meſuré la diſtance entre les 2 ſtations, & marqué ſur le treillis 2 lignes qui faſſent connoître la ſituation de l'alidade dans ces 2 differentes poſitions, cherchez entre ces 2 lignes une portion de parallele à l'horiſon, qui ſoit d'autant de parties que la diſtance meſurée contient de toiſes: Si vous la continuez juſqu'au côté per-

pendiculaire du quarré géométrique qui part du centre, vous y trouverez un nombre qui exprimera la hauteur de la Tour, & la continuation de cette parallele juſqu'à ce nombre vous fera connoître la diſtance juſqu'au pied de la Tour, laquelle n'avoit pû être meſurée.

Remarquez qu'en cette ſituation du quart de cercle les diſtances horiſontales ſont toûjours repreſentées ſur le treillis par des lignes paralleles à l'horiſon, & que les élevations ou hauteurs y ſont toûjours repreſentées par des lignes perpendiculaires ſur ledit horiſon ; ce qui rend, comme nous avons déja dit, les operations plus faciles à connoître.

Il n'en eſt pas de même dans l'autre ſituation verticale du quart de cercle où l'on ſe ſert des pinules immobiles ; car ſi en obſervant la hauteur d'une Tour inacceſſible, le fil du plomb dans une des ſtations coupe le côté d'ombre droite, & dans l'autre ſtation le côté d'ombre verſe la diſtance entre les 2 lignes de craïon qui marquent les 2 differentes poſitions du fil, traverſe les quarrez du treillis par leurs diagonales, leſquelles n'ont point de communes meſures avec les côtez, & ainſi on ne pourroit pas s'en ſervir pour trouver la hauteur de la Tour propoſée.

Uſage du quart de cercle pour meſurer les diſtances horiſontales.

QUoique le quart de cercle ne ſoit pas ſi propre pour meſurer les diſtances horiſontales que le demi-cercle ou le cercle entier, à cauſe que l'on ne peut s'en ſervir à meſurer les angles obtus, nous ne laiſſerons pourtant pas d'en donner ici quelques uſages, par rapport au quarré géométrique & au treillis que nous ſuppoſons tracé ſur le plan de cet inſtrument.

Placez ſur ſon pied la ſurface du quart de cercle horiſontalement, de ſorte que ſa circonference ſoit à peu près parallele à l'horiſon ; car il n'eſt pas beſoin que ſon plan ſoit parfaitement de niveau, étant quelquefois neceſſaire de l'incliner pour appercevoir les objets par les ouvertures des pinules.

Mettez le pied de cet inſtrument dans la ligne que vous prétendez meſurer, & faites deux obſervations en la maniere ſuivante, où le plomb n'eſt plus d'uſage, mais on ſe ſert de quatre pinules tant mobiles qu'immobles.

Fig. 5. Suppoſons, par exemple, qu'il faille meſurer la diſtance perpendiculaire AB : plantez pluſieurs piquets dans la ligne ACD, & le quart de cercle au point A, en ſorte que les 2 pinules immobiles ſoient dans la ligne AC, & que le point B ſoit vû par les ouvertures des

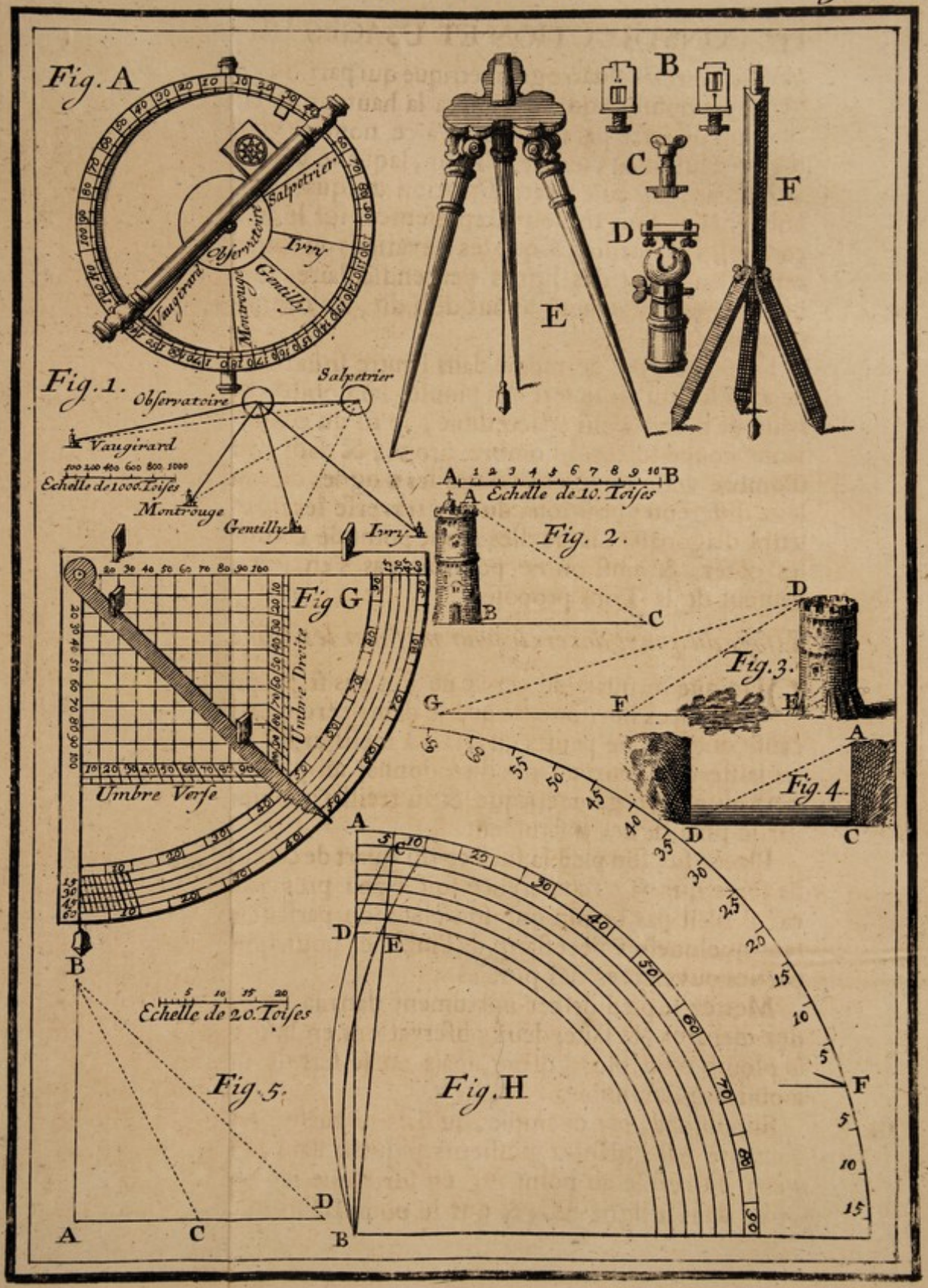


Fig. A
Salpetrier
Observatoire
Ivry
Gentilly
Montrouge
Vaugirard
B
C
D
E
F
Fig. 1.
Observatoire
Salpetrier
Vaugirard
Montrouge
Gentilly
Ivry
Echelle de 1000. Toises
Fig. 2.
Echelle de 10. Toises
Fig. G
Umbre Droite
Umbre Verse
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Echelle de 20. Toises
Fig. H

des 2 pinules de la regle mobile, placée à angle droit avec la ligne AC; ôtez enſuite le quart de cercle & plantez un piquet au point A, meſurez depuis A vers C telle quantité qu'il vous plaira, comme, par exemple, 18 toiſes, au bout deſquelles ayant placé l'inſtrument en ſorte que les deux pinules immobiles ſoient dans la ligne AC, tournez l'alidade mobile juſqu'à ce que vous puiſſiez voir le point B par les ouvertures de ſes 2 pinules, vous aurez ſur le treillis un petit triangle tout ſemblable au grand qui ſe fait ſur la terre; c'eſt pourquoi cherchez entre les paralleles coupées par l'alidade, celle qui a autant de parties que la diſtance meſurée a de toiſes, c'eſt-à-dire, 18 en cet exemple, elle aboutira ſur le demi-diametre du quart de cercle, à un nombre, lequel compté depuis le centre de l'inſtrument, contient autant de parties qu'il y a de toiſes dans la ligne AB, propoſée à meſurer.

AUTREMENT. On pourra trouver encore la diſtance AB, ſoit perpendiculaire ou non, d'une autre maniere, ſans s'aſſujetir à faire une ſtation à angle droit au point A.

Suppoſons, par exemple, que la premiere ſtation ſe faſſe au point C, & la ſeconde au point D; tracez ſur le treillis deux lignes droites avec du craïon ou autrement, qui marquent les deux differentes poſitions de l'alidade; & ayant meſuré la diſtance du point C au point D, que je ſuppoſe ici 20 toiſes, cherchez entre les 2 lignes de craïon une portion de parallele qui ſoit de 20 parties, elle correſpondra ſur le demi-diametre du quarré géométrique à un nombre lequel compté depuis le centre contiendra autant de parties qu'il y a de toiſes ſur la terre en ligne droite, depuis A juſqu'en B.

On connoîtra auſſi la longueur des diſtances CB & DB par les diviſions de l'alidade; car il ſe fait ſur le treillis un petit triangle obliquangle ſemblable au grand CDB, qui ſe fait ſur la terre.

CHAPITRE VI.

Contenant la conſtruction & les uſages du demi-cercle.

L'On nomme auſſi ces Inſtrumens, Graphometres. On les fait de laiton battu ou de cuivre fondu en ſable, ſuivant les modeles que l'on donne aux Fondeurs, depuis 7 pouces de diametre juſqu'à 15. La diviſion ſe fait de la même maniere que celle de la Planchete, & du quart du cercle, comme nous avons explique ci-devant. Le plus ſimple de ces Inſtrumens eſt celui marqué B. Aux extremitez de ſon diametre & dans un petit trou quarré fait ſur la ligne de foy, *XIV. Planche.* Fig. A. & B.

on ajuſte 2 piuules immobiles, qu'on arrête avec un écrou au-deſſous, & à ſon centre une regle ou alidade mobile garnie de 2 autres pinules faites de la même maniere que celle dont nous avons parlé ci-devant, & qu'on arrête avec une vis. On emboëte une bouſſole au milieu de ſa ſurface pour ſervir à orienter les cartes & les plans.

Au-deſſous du demi-cercle il y a un genoüil qui eſt attaché au centre, dont la virole entre autour d'un pied à 3 branches, comme la figure le montre.

Il eſt neceſſaire de dire ici que ces Inſtrumens doivent être d'abord bien dreſſez au marteau; puis il faut les dégroſſir avec une lime rude; enſuite on les adoucit avec une lime bâtarde & une douce. Quand ces Inſtrumens ſont ainſi limez, il faut prendre garde ſi on ne les a pas gauchis en limant. En ce cas on les doit bien redreſſer à la regle ſur une pierre ou un marbre bien droit, puis on paſſe une pierre de ponce avec de l'eau pour ôter les traits de la lime. Pour bien polir les demi-cercles, comme tout autre Inſtrument, on ſe ſert de pierre douce d'Allemagne, puis d'un charbon bien doux, en ſorte qu'il ne raïe pas l'ouvrage; enſuite pour le bien éclaircir on ſe ſert de tripoli fin trempé dans de l'huile, & qu'on paſſe fortement avec un morceau de caſtor ou de chamois.

Le demi-cercle à lunetes marqué A ſert à prendre les diſtances fort éloignées, & a les degrez de ſon limbe diviſez en minutes par des lignes tranſverſales droites ou courbes, comme il a été dit ci-devant en parlant du quart de cercle.

Il y a une lunete d'approche attachée par deſſous au long de ſon diametre, dont les bouts marquez B, excedent de part & d'autre. A l'alidade de ce demi-cercle eſt ajuſtée une autre lunete. Lorſque la ligne de foy coupe le milieu de l'alidade, il faut que la lunete qui y eſt attachée ſoit un peu plus courte, afin que l'on puiſſe voir les degrez de la diviſion coupez par la ligne de foy; mais pour le mieux il eſt plus à propos que les 2 lunetes ſoient égales en longueur, & pour lors il faut que la ligne de foy de l'alidade ſoit tracée du bout marqué C, & que paſſant par le centre du demi-cercle, elle aille aboutir à l'extremité oppoſée, marquée D. On échancre les deux bouts de l'alidade de maniere qu'ils conviennent aux diviſions des degrez du limbe, comme on voit aux endroits marquez CF, GD, de telle ſorte que la ligne GFEGD eſt la ligne de foi du demi-cercle.

Il eſt bon de remarquer que l'on ne commence pas à compter les degrez de ce demi-cercle depuis le diametre, comme aux autres, mais à l'endroit où ſe trouve l'échancrure de la ligne de foi, quand

les

les raïons viſuels des 2 lunetes étant l'une ſur l'autre ſont d'accord, & pour les faire convenir on avance ou recule le petie chaſſis qui porte les filets par le moyen des vis. La largeur depuis le centre des lunetes juſqu'aux échancrures de l'alidade eſt ordinairement de 5 degrez, ce qui fait que la diviſion avance d'autant de degrez plus d'un côté que de l'autre, comme la figure le montre.

Les lunetes ſont à 2 ou à 4 verres, & ont toutes une ſoye très-fine tenduë au foyer du verre objectif, pour ſervir de pinule.

Les lunetes à 4 verres font voir les objets dans leur veritable ſituation; mais celles des 2 verres les renverſent en ſorte que ce qui eſt à doit paroît à gauche, & ce qui eſt en haut paroît en bas; mais cela n'ôte pas la juſteſſe de l'operation, parce qu'elles donnent toûjours le point de direction.

Ces lunetes ſont faites de tuïaux de cuivre ſoudez & tournez en forme cylindrique, comme on voit par la figure D, qui repreſente une lunete détachée. Le verre oculaire, qui eſt celui dont on aproche l'œil pour regarder les objets, eſt au bout marqué 1. On le poſe dans un autre petit tuïau qui eſt à part, auſſi marqué 1, que l'on avance ou recule dans le tuïau de la lunete ſelon les differentes vûës. Ce petit tuïau porte auſſi quelquefois au foyer du verre la ſoye fine qui ſert de pinule; mais pour le mieux cette ſoie eſt attachée ſur une petite piece de cuivre, qu'on voit auſſi à part, ſur laquelle on trace bien juſte un trait quarré marqué 2, ſur lequel on poſe ces ſoies. On place cette piece dans un rainure faite dans un petit chaſſis de cuivre ſoudé au tuïau de la lunete à l'endroit marqué. 2. La petite vis marquée 5, eſt faite pour avancer ou reculer la petite piece qui porte les ſoyes. Le verre objectif eſt placé à l'autre bout de la lunete du côté de l'objet que l'on veut voir. Il eſt auſſi placé dans un petit tuïau marqué 3, & qui entre à force dans le canal de la lunete, afin que ce verre ne change pas facilement de place quand la lunete eſt ajuſtée. Ces verres ſont convexes, ce qui rend leur milieu plus épais que leurs bords. Mais l'oculaire doit avoir plus de convexité que l'objectif, afin que les objets paroiſſent plus grands qu'à la vûë ſimple.

On appelle le foyer d'un verre convexe l'endroit où les raïons qui viennent d'un objet lumineux ou coloré, lequel eſt dans une diſtance fort éloignée, vont ſe réunir après avoir paſſé au-delà du verre; c'eſt pourquoi la peinture des objets qui ſont oppoſez au verre, ſe repreſente très-diſtinctement dans cet endroit. Par exemple, le point L, à l'extremité du côte de la figure H, eſt le foyer du verre S, à cauſe que c'eſt le point où les raions, qui entrent par l'autre bout N du tuïau,

tuïau, vont ſe réunir après avoir paſſé à travers le verre S.

Les lunetes les plus en uſage ſont celles à 2 verres, qui ſont placez de maniere que leurs foyers ſoient communs & ſe réuniſſent à un même point dans le tuïau de la lunete, & c'eſt en ce point que l'on place les filets; ſi le foyer du verre objectif eſt 7 ou 8 fois plus éloigné que celui du verre oculaire, l'objet paroîtra 7 ou 8 fois plus grand que ſi les foyers de ces deux verres étoient égaux.

Le foyer du verre oculaire étant commun avec celui de l'objectif les raïons colorez, qui après s'être rompus en tombant ſur la ſurface du verre objectif, ſe ſont réunis à ſon foyer, continuent leur chemin en s'écartant, & rencontrant le verre oculaire, ſe rompent derechef en paſſant au travers, & ſe dirigent de telle ſorte qu'en mettant l'œil derriere ce verre on apperçoit les objets, la peinture ſe fait au foyer: car c'eſt l'objet qui renvoye ſon eſpece à l'œil; ce qui ſe prouve encore très-manifeſtement par l'experience ſuivante. On bouche entierement le jour d'une chambre, & l'on fait un petit trou rond à un volet de fenêtre expoſée à un lieu bien éclairé, on y applique un verre convexe, & l'on met un papier ou un linge blanc à l'opoſite de ce verre, au dedans de la chambre, à la diſtance de ſon foyer; alors on voit ſur le papier une peinture très-nette & très-diſtincte des objets qui ſont oppoſez au verre par dehors, dans une ſituation renverſée, & cette peinture ſe fait par les raïons de lumiere qui rejailliſſent des objets. On trouvera le foyer du verre en approchant ou reculant le papier tant que l'on voïe la peinture bien nette & bien déterminée.

Il y a une bouſſole & un genoüil à ce demi-cercle, qui étant bien fait de cette maniere, eſt un des plus parfaits qu'on puiſſe faire.

Fig. C. L'Inſtrument marqué C eſt un rapporteur d'environ 8 ou 10 pouces de diametre avec ſon alidade ou regle mobile. On le fait quelquefois auſſi grand que les Graphometres, dont on ſe ſert en campagne, afin que l'on puiſſe marquer ſur ſon bord les minutes, & qu'il ſerve à rapporter ſur le papier les mêmes angles en degrez & minutes que ceux qui ont été obſervez en campagne.

Ce rapporteur eſt évuidé, & ſon alidade tourne autour d'un petit cercle auſſi évuidé, au milieu duquel il y a une petite pointe qui marque le centre du rapporteur. La diviſion ſe fait de même qu'au demi-cercle, & par la methode que nous avons marquée.

USAGE I.

Fig. 1. POur lever le plan d'un champ propoſé, comme ABEDC, faites planter un piquet bien à plomb a chaque angle de la figure, & meſurez

meſurez exactement avec la toiſe un de ſes longs côtez, comme AB, lequel je ſuppoſe pour exemple de 40 toiſes 2 pieds : faites un memorial en craïonnant ſur le papier une figure à peu près ſemblable à celle du terrain; mettez le demi cercle avec ſon pied à la place du piquet A, en ſorte que bornaïant par les fentes des pinules immobiles du diametre, vous voyiez le piquet B; enſuite le demi-cercle demeurant ferme en cette ſituation, tournez l'alidade mobile en ſorte que par ſes pinules vous puiſſiez voir le piquet C; remarquez quel angle fait la ligne de foy de l'alidade avec le côté AB, & marquez ſur vôtre memorial le nombre des degrez de l'angle BAC; tournez enſuite l'alidade de ſorte que par les pinules vous puiſſiez voir le piquet D, & marquez ſur vôtre memorial le nombre des degrez que contient l'angle BAD, tournez encore l'alidade de ſorte que par les pinules on puiſſe voir le piquet E, & marquez le nombre des degrez que contient l'Angle BAE. Mais toutes les fois que vous bornaïez chacun des piquets par les pinules de l'alidade, ayez ſoin de regarder ſi le piquet B eſt toûjours bien dans l'alignement des pinules immobiles du diametre.

Ceci étant fait, levez le demi-cercle avec ſon pied, & ayant replanté le piquet A, allez poſer le demi-cercle avec ſon pied à la place du piquet B, en ſorte que bornaïant par les ouvertures des pinules immobiles du diametre, vous voyiez le piquet A, & le demi-cercle demeurant ferme en cette ſituation, tournez, comme vous avez déja fait, l'alidade mobile, en ſorte que par ſes pinules vous puiſſiez voir l'un après l'autre les piquets C, D, E, & marquez ſur le memorial la valeur de chaque angle ABC, ABD, ABE.

Enfin mettez au net la figure en traçant exactement avec un demi-cercle ou rapporteur tous les angles dont la valeur eſt marquée aux extremitez de la ligne AB, d'où vous tirerez autant de lignes droites, & de leurs interſections d'autres lignes qui formeront le plan propoſé. La longueur de tous les côtez qui n'ont pas été meſurez ſe pourra connoître par le moyen d'une échelle de parties égales, dont la ligne AB en contiendra 50 & un tiers, & l'on pourra trouver la ſurface de ce champ en meſurant chacun des triangles du plan ainſi reduit par les regles de la Planimétrie dont traitent quantité de Livres.

Remarquez qu'il eſt à propos de meſurer actuellement une des plus longues lignes du plan propoſé, pour la faire ſervir de baſe commune, & faire à chacune de ſes extremitez toutes les obſervations neceſſaires pour y former les angles des triangles qu'on eſt

obligé d'y faire : car ſi l'on prenoit pour baſe commune de tous ces triangles une des plus courtes lignes, les angles qui ſe forment par les interſections des raïons viſuels en bornaïant les piquets, deviendroient trop aigus, & l'interſection trop incertaine.

On pourra orienter ce plan par le moyen de la bouſſole, dont la ligne du Nord & Sud ſe trace ordinairement parallele au diametre du demi-cercle : car comme la baſe commune de tous les triangles obſervez eſt parallele à ce diametre, il n'y a qu'à remarquer l'angle qu'elle fait avec l'éguille aimantée, ce qui ſe connoîtra facilement en dirigeant la ligne de foi de l'alidade parallelement à lad. aiguille. Enſuite dequoi on deſſigne ſur le plan une petite roſe des Rumbs des Vents, où les principaux ſont marquez par leurs noms, & placez conformément à l'obſervation qui en a été faite ſur le terrain.

USAGE II.

Pour ſçavoir la diſtance du Clocher A *à la Tour* C, *que l'on ſuppoſe être inacceſſible.*

Fig. 2. AYant choiſi deux endroits aux environs, d'où l'on puiſſe voir le Clocher & la Tour, & meſurer leur diſtance pour ſervir de baſe, placez le demi-cercle à l'un de ces lieux, comme en D, & un piquet à l'autre, comme au point E, tournez le de maniere que par les pinules fixes de ſon diametre, ou par la lunete, vous découvriez le piquet E, faites mouvoir l'alidade en ſorte que par ſes pinules vous puiſſiez voir le Clocher A, les degrez du demi-cercle compris entre le diametre & l'alidade, donneront l'ouverture de l'angle A DE, qui dans cet exemple eſt de 32 degrez, que vous marquerez ſur le Memorial. Tournez encore l'alidade juſqu'à ce que vous puiſſiez voir la Tour C par les pinules ou lunete, en conſervant toûjours le diametre dans la ligne DE, alors les degrez compris entre le diametre & l'alidade donneront l'ouverture de l'angle CDE, qui ſera de 123 degrez, & que vous marquerez ſur le Memorial. Vous ôterez enſuite le demi cercle de la ſtation D, & vous y laiſſerez un piquet ; meſurez exactement la diſtance du piquet D au piquet E, que je ſuppoſe ici de 32 toiſes, que vous écrirez ſur le Memorial ; poſez le demi cercle à la place du piquet E, de telle ſorte que les pinules fixes du diametre, ou la lunete, ſoient directement ſur la ligne ED ; tournez l'alidade, afin de voir par ſes pinules la Tour C, les degrez compris entre le diametre & l'alidade donneront l'ouverture de l'angle CED, qui eſt en cet exemple de 26 degrez. Tournez enfin l'alidade pour voir par ſes pinules le Clocher A, & l'angle AED ſera de 125 de-

degrez, que vous chifrerez ſur le Memorial ; & par le moyen d'une Echelle & d'un Rapporteur vous ferez une figure ſemblable pour connoître la diſtance AC, propoſée à meſurer.

Pour reſoudre la même propoſition par le calcul de la Trigonométrie. Premierement, on connoît par obſervation dans le triangle DAE, l'angle aigu ADE de 32 degrez, & l'obtus DEA de 125 deg. d'où il ſuit que le troiſiéme angle DAE eſt de 23 deg. puiſque les 3 angles de tout triangle rectiligne ſont égaux à deux droits ; & pour connoître le côté AE, vous ferez cette analogie. Le ſinus de 23 deg. auquel répond dans les Tables ce nombre 39073, eſt à 32 toiſes, comme le ſinus de 32 deg. 52992 eſt à la ligne AE de 43 toiſes, peu plus. On connoît de même par obſervation dans le triangle CDE l'angle aigu CED de 26 deg. & l'obtus EDC de 123 deg. d'où s'enſuit que le troiſiéme angle DCE eſt de 31 deg. & pour connoître le côté CE, faites cette ſeconde analogie : comme le ſinus de 31 deg. 51504 eſt à 32 toiſes ; ainſi le ſinus de 123 d. ou de ſon complément 57, qui eſt le même, 83867 eſt à CE 52 toiſes. Enſuite pour connoître la diſtance CA, examinez le triangle CAE, duquel vous connoiſſez les deux côtez CE & AE, avec l'angle compris ADC de 99 deg. & par conſequent les deux autres angles inconnus valent enſemble 81 deg. & pour les connoître chacun en particulier, faites encore cette autre analogie : comme la ſomme des deux côtez connus 95 toiſes eſt à leur difference 9 toiſes, ainſi la tangente de 40 d. 30 m. moitié des deux angles inconnus 85408 eſt à un quatriéme nombre 8091, qui eſt tangente de la moitié de la difference des 2 angles inconnus, ce quatriéme terme cherché dans la colonne des tangentes répond à 4 d. 37, qu'il faut ajoûter à ladite moitié 40 d. 30 pour avoir le plus grand des 2 angles aigus CAE 45 d. 7, & par conſequent le troiſiéme angle ACE ſera de 35 d. 53. Enfin pour avoir la longueur CA, dites : comme le ſinus de 35 d. 53, 58613 eſt à 43 toiſes, ainſi le ſinus de 66 d. ou de ſon complément 81 d. 98768 eſt à la diſtance AC de 72 toiſes 2 pieds.

USAGE III.

POur avoir la hauteur de la Tour AB, du pied de laquelle on ne peut pas approcher à cauſe d'un ruiſſeau qui paſſe au bas de ladite Tour, cherchez un terrain à peu près de niveau, propre à y faire 2 ſtations, comme en cet exemple C & D ; placez le demi-cercle verticalement au point D, de ſorte que ſon diametre ſoit parallele à l'horiſon, ce qui ſe fait par le moyen d'un fil avec ſon plomb, que Fig. 3.

l'on accroche au haut d'une ligne perpendiculaire, qui eſt tracée derriere le demi-cercle; tournez l'alidade, afin de voir par ſes pinules le ſommet de la Tour B, examinez de combien de degrez eſt l'angle BDA, que nous ſuppoſons ici de 42 deg. que vous marquerez ſur le Memorial, puis ayant levé le demi-cercle & placé à l'autre ſtation C, meſurez la diſtance DC, que je ſuppoſe ici de 12 toiſes, & après avoir ajuſté le demi cercle de maniere que ſon diametre ſoit parallele à l'horiſon, tournez l'alidade juſqu'à ce que vous voyiez le haut de la Tour B, remarquez l'angle BCD, pour l'écrire ſur le Memorial, que nous ſuppoſons ici de 22 degrez, faites enſuite une figure ſemblable par le moyen d'une échelle & d'un rapporteur, & vous connoîtrez la hauteur AB, laquelle ſe peut auſſi trouver par le calcul de la Trigonométrie en cette maniere.

L'angle BDA de 42 degrez donne l'angle de ſuite BDC de 138 deg. & parce que l'angle C a été meſuré de 22 deg. le troiſiéme angle du triangle CBD ſera de 26 deg. Vous direz donc par une regle de proportion : comme le ſinus de 20 deg. 34202 eſt à 12 toiſes, ainſi le ſinus de 22 q. 37461 eſt à la ligne BD 13 toiſes 10 pouces: or cette ligne BD eſt l'hypotenuſe du triangle rectangle BDA, dont tous les angles ſont connus; c'eſt pourquoi vous direz par une ſeconde regle de 3, comme le ſinus total 10000 eſt à 13 toiſes 10 pouces, ainſi le ſinus de 42 degrez 66913 eſt à la hauteur AB 8 toiſes, & peu moins de 5 pieds.

USAGE VI.

Pour lever la Carte d'un Païs.

CHoiſiſſez premierement 2 endroits éminens, d'où l'on puiſſe découvrir une grande étenduë de Païs, leſquels ſoient aſſez éloignez l'un de l'autre pour ſervir de baſe commune à pluſieurs triangles qu'il faut obſerver pour faire cette carte; meſurez actuellement avec la chaîne la diſtance de ces deux lieux.

Ces 2 hauteurs étant ſuppoſées A & B, éloignées l'une de l'autre de 200 toiſes, placez horiſontalement le plan du demi-cercle avec ſon pied au point A, en ſorte que par les pinules immobiles du diametre, ou par la lunete, vous découvriez le point B; l'inſtrument reſtant ferme en cette ſituation, tournez l'alidade mobile pour découvrir l'un après l'autre les Tours, Clochers, Moulins, Arbres & autres lieux remarquables que vous ſouhaitez placer ſur vôtre Carte; examinez quels angles ils ſont avec la baſe commune, & les marquez auſſi-tôt ſur le Memorial avec les noms propres de chaque

lieu

lieu bornaïé par les pinules ou lunete, par exemple, l'angle B A I de 14 deg. B A G de 47, B A H de 53, B A F de 68, B A E de 83 B A D de 107, & enfin l'angle B A C de 130 deg. ce qui étant fait, & les angles marquez ſur le Memorial avec la diſtance A B des deux ſtations que nous avons ſuppoſée de 200 toiſes, poſez le demi-cercle au point B, pour y faire la ſeconde ſtation. Fig. 4.

L'Inſtrument étant placé de maniere que ſon diametre convienne avec la ligne B A, tournez l'alidade mobile & obſervez les angles que font les mêmes objets qui ſont vûs du point A, comme par exemple l'angle A B C de 20 deg. A B F de 37, A B D de 44, A B E de 56, A B G de 83, A B H de 96, & l'angle A B I de 133 deg. que vous marquerez ſur le Memorial, comme vous avez fait les autres.

Si quelque objet a été vû du point A, & que l'on ne puiſſe pas le voir du point B, il faut changer de baſe en choiſiſſant un autre point d'où l'on puiſſe le découvrir; car il eſt abſolument neceſſaire qu'un même objet ſoit vû de 2 lieux differens; puiſqu'on ne peut avoir ſa poſition que par le point d'interſection de 2 lignes, dont chacune ſe tire des extremitez de la Baſe, avec laquelle ils forment un triangle rectiligne.

Il eſt à propos de ſe ſouvenir que l'étenduë de la Baſe que l'on meſure doit être aſſez grande, à proportion des triangles auſquels elle doit ſervir, & de plus bien alignée & nivelée, car ſi l'on ſuivoit les inegalitez du terrain haut & bas, on auroit des Baſes trop longues à proportion des angles & des raïons viſuels qui ſe tirent en bornaïant les objets.

Pour mettre cette Carte au net, réduiſez tous ces triangles obſervez dans leur juſte proportion, par le moyen d'une Echelle & d'un Rapporteur, de la maniere que nous avons dit ci-devant.

CHAPITRE VII.

Contenant la conſtruction & les uſages de la Bouſſole.

CEt Inſtrument ſe fait de Cuivre, d'Ivoire, de Bois, ou de toute autre matiere ſolide. Il s'en fait depuis 2 pouces juſqu'à 6 de diametre. Son milieu eſt fait en cercle comme une boëte ronde, au fond de laquelle on décrit une roſe de vents & une circonference diviſée en 360 deg. Ce cercle eſt appliqué ſur une plaque quarrée; à ſon centre on place un petit pivot de cuivre ou d'acier bien pointu, qui ſert à porter une éguille d'acier aimantée, poſée en équilibre afin qu'elle puiſſe tourner librement; & par deſſus on met un *XIV. Planche.* Fig. E.

verre taillé en rond que l'on fait tenir dans une petite renure faite exprès autour du cercle, pour empêcher que l'agitation de l'air ne donne trop de mouvement à l'éguille.

Un des bouts de l'éguille aimantée, ſçavoir celui qui a été froté du Pole méridional de la pierre d'aiman, ſe tourne toûjours vers la partie Septentrionale du Monde, non pas préciſément, mais avec quelque déclinaiſon qui change de tems à autre.

Suivant les Obſervations faites au mois d'Octobre de l'année 1715, dans l'Obſervatoire Roïal, l'éguille aimantée déclinoit de douze degrez quinze minutes du Nord à l'Oüeſt.

Les éguilles ſont faites de lames d'acier, de la longueur du diametre de la Bouſſole. On y ſoude au milieu une petite chape de cuivre, que l'on perce fort droit, en forme de cône, & on donne un petit coup de pointeau au fond, afin que l'éguille ait un mouvement bien libre ſur ſon pivot. On les lime fort délicatement en leur donnant differentes figures; les unes en dard par un bout, & par l'autre une flèche, ce ſont ordinairement les grandes qu'on lime de cette façon. Aux moyenes & aux petites on y fait un anneau vers l'extremité, pour diſtinguer le côté qui doit tourner vers le Nord, telles que les petites figures qui ſont auprès de la Bouſſole le montrent.

Pour aimanter les éguilles il faut les faire paſſer ſur le Pole d'un bon aiman ou ſur ſon armure, de maniere que le bout qui doit tourner vers le Sud, touche le premier ſur la pierre, en coulant l'éguille au long de l'aiman; & que le bout qui doit ſe diriger au Nord y paſſe le dernier. Il faut faire la même choſe trois ou quatre fois, écartant la main en arc afin que la vertu y reſte mieux imprimée.

Cette admirable proprieté de l'aiman & de l'éguille aimantée, n'eſt connuë en Europe que depuis environ l'an 1260.

C'eſt par ſon moyen que l'on a oſé entreprendre de grands voïages par Mer, & que l'on a découvert deux cens ans après, des terres fort riches vers l'Orient & d'autre vers l'Occident.

On peut auſſi par ſon moïen ſe conduire par terre dans un voïage, lorſqu'on ne trouve perſonne pour enſeigner le chemin, ayant une Carte géographique; car pour cet effet il n'y a qu'à poſer le centre de la Bouſſole ſur le lieu du départ, faire couvenir l'éguille aimantée avec le Méridien de ce lieu, & remarquer quel angle fait ce Méridien avec la ligne de Route; c'eſt-à-dire, qui conduit au lieu où l'on veut aller. Ainſi les Pilotes & les Voïageurs connoiſſent par la Bouſſole la ſituation dans laquelle ils ſe trouvent à l'ègard des Poles du Monde.

Elle

Elle eſt auſſi fort utile au gens qui travaillent ſous terre dans les Carrieres & dans les Mines; car ayant remarqué ſur terre le point où l'on veut aller, on poſe la Bouſſole à l'ouverture du trou pour voir l'angle que fait la ligne de direction avec l'éguille; & quand on eſt ſous terre on fait une tranchée qui faſſe le même angle avec la Bouſſole, & par ce moyen on arrive au lieu propoſé.

Il y a encore beaucoup d'autres uſages, dont nous allons expliquer les principaux.

USAGE I.

Pour trouver avec la Bouſſole la déclinaiſon d'un Mur.

IL faut ſe ſouvenir qu'il y a quatre points que l'on appelle Cardinaux; ſçavoir, le Septentrion, le Midi, l'Orient & l'Occident, leſquels partagent l'horiſon en quatre parties égales, comme il eſt marqué par la figure premiere.

Quand on a trouvé un de ces points, on a tous les autres; car, par exemple, ſi vous avez le Septentrion devant les yeux, le Midi ſera derriere vous, l'Orient à vôtre droite & l'Occident à vôtre gauche.

Un Mur qui ſeroit élevé ſur une ligne qui tend du Septentrion au Midi, ſeroit dans le plan du Méridien; de maniere qu'une de ſes faces ſeroit tournée directement vers l'Orient, & l'autre vers l'Occident.

Un autre Mur qui feroit angles droits avec ce premier, c'eſt-à-dire, qui ſeroit élevé ſur la ligne qui tend d'Orient en Occident, ſeroit parallele au premier vertical & ne déclineroit point; une de ſes faces ſeroit tournée directement au Midi, & l'autre au Septentrion.

Mais ſi l'on s'imagine un Mur élevé ſur la ligne CD, il ſera dit décliner d'autant de degrez qu'en contient l'arc F; c'eſt pourquoi, ſi par exemple, cet arc eſt de 40 deg. la face de ce Mur qui eſt tournée vers le Midi, décline du Midi vers Orient de 40 deg. la face oppoſée du même Mur décline du Septentrion à l'Occident de 40 degrez, de ſorte que la déclinaiſon d'un Mur n'eſt autre choſe que l'angle que fait ce Mur avec le premier vertical.

Un autre Mur qui ſeroit parallele à la ligne GH, déclineroit d'autant de degrez qu'en contient l'arc C; c'eſt pourquoi ſi cet arc eſt de 30 deg. la face du Mur qui regarde le Midi déclineroit de 30 deg. du Midi à l'Occident, la face oppoſée déclineroit pareillement de 30 deg. du Septentrion à l'Orient.

En toutes les operations qui ſe font avec la Bouſſole, il faut avoir grand ſoin d'éloigner toute ſorte de fer, & prendre bien garde qu'il n'y

n'y en ait de caché, car le fer change entierement la direction de l'Eguille aimantée.

Je ſuppoſe que le Pivot ſur lequel eſt poſée la chape de l'Eguille eſt au centre d'un cercle diviſé en 360 deg. ou 4 fois 90, dont le premier degré eſt dans la ligne qui tend du Septentrion au Midi, & que la Bouſſole eſt quarrée, comme elle eſt ici repreſentée.

Appliquez le long du Mur le côté de la Bouſſole où eſt la marque du Septentrion; le nombre des degrez où s'arrêtera l'éguille aimantée, marquera la déclinaiſon du Mur, & de quel côté. Si, par exemple, la pointe de l'éguille qui marque le Septentrion tend vers le Mur, c'eſt une marque qu'il peut être éclairé du Soleil à midi; & ſi elle s'arrête ſur le 30 deg. compté du Septentrion vers l'Orient, la déclinaiſon eſt d'autant de degrez du Midi à l'Orient. Si elle s'arrête ſur le 30 degré compté du Septentrion vers l'Occident, la déclinaiſon eſt d'autant de degrez du Midi à l'Occident.

Mais comme l'Eguille aimantée décline preſentement à Paris d'environ 12 deg. & 15 min. au Nord Oüeſt; pour corriger ce défaut on doit les ajoûter au nombre des degrez marquez par l'Eguille lorſque la déclinaiſon eſt vers l'Orient. Il faut au contraire les ôter lorſque la déclinaiſon eſt du côté d'Occident.

Ainſi ſuppoſant, comme nous venons de faire, que l'Eguille ſoit arrêtée ſur le 30^{me} degré vers l'Orient; la déclinaiſon du Mur ſera de 42 deg. 15 min. du Midi vers Orient. Mais ſi l'Eguille s'arrête du côté d'Occident ſur le 30^{me} degré, la déclinaiſon du Mur ſera de 17 deg. 45 min. du Midi vers l'Occident.

Que ſi la pointe de l'Eguille aimantée qui marque le Midi, tend vers le Mur, c'eſt une marque que le Midi eſt de l'autre côté du Mur, & par conſequent que la face dont on veut trouver la déclinaiſon, ne ſera point éclairée du Soleil à midi; c'eſt pourquoi ſa déclinaiſon ſera du Septentrion à l'Orient, ou à l'Occident ſelon qu'il ſera tourné vers l'une ou l'autre de ces Parties du Monde. Ceci ſera plus amplement expliqué en parlant des Cadrans Solaires.

USAGE II.

Pour meſurer un angle ſur la terre avec la Bouſſole.

Fig. 2. SOit l'angle DAE propoſé à meſurer. Appliquez le long d'une des lignes qui forment l'angle, comme le long de la ligne AD, le côté de la Bouſſole où eſt la marque du Septentrion; faites en ſorte que l'Eguille tourne librement ſur ſon pivot, & quand elle ſera arrêtée, prenez garde quel nombre de degrez répond à la pointe de l'éguille

guille qui indique le Septentrion; & le trouvant, par exemple, de 80 deg. la déclinaiſon de ladite ligne ſera d'autant de degrez. Prenez enſuite de la même maniere la déclinaiſon de la ligne AE, que je ſuppoſe de 215 deg. ôtez le petit nombre 80, du plus grand 215, reſtera 135, qu'il faut ſouſtraire de 180: ce dernier reſte ſera 45 d. pour la valeur de l'angle propoſé à meſurer.

Mais ſi la déclinaiſon de la ligne AD n'étoit, par exemple, que de 30 deg. & que celle de la ligne AE fût de 265, la difference de ces deux déclinaiſons qui eſt de 235, ſeroit trop grande pour être ôtée de 180; c'eſt pourquoi en ce cas il faudroit ôter 180 du plus grand nombre 235, le reſte 55 ſera la valeur de l'angle propoſé.

Quand on meſure des angles avec la Bouſſole, il n'eſt pas neceſſaire d'avoir aucun égard à la variation de l'éguille aimantée, puiſque cette variation ſera toûjours la même en toutes les differentes poſitions de l'éguille, pourvu toutefois qu'il n'y ait pas de fer qui la faſſe dévoïer; & lorſqu'on ne peut poſer la Bouſſole proche du plan, par quelque empêchement, il ſuffira de la placer bien parallelement, comme la figure le montre, elle fera le même effet.

USAGE III.

Pour lever le Plan d'une Forêt, d'un Marais ou d'un Chemin avec ſes détours.

SOit propoſé à lever le Plan d'un Marais ou Etang ABCDE, dans lequel on ne peut entrer. Pour ces ſortes d'operations il faut qu'il y ait ſur la Bouſſole 2 pinules immobiles attachées ſur la ligne qui tend du Septentrion au Midi. Faites planter des piquets aſſez longs & bien à plomb, de maniere qu'ils ſoient dans les lignes paralleles aux côtes qui font l'enceinte du Marais; placez la Bouſſole ſur ſon pied dans une ſituation horiſontale; bornaiez deux de ces piquets par les fentes des pinules, mettant toûjours auprès de l'œil celle qui eſt ſur la partie méridionale de la Bouſſole; puis ayant tracé ſur du papier une figure qui repreſente à peu près le plan du Marais, écrivez ſur chaque ligne le nombre des degrez que marquera l'éguille lorſqu'elle ſera arrêtée. Faites en même tems meſurer avec la toiſe la longueur exacte de chaque côté du Marais, & marquez-en la valeur ſur chaque ligne correſpondante de vôtre mémorial. Lorſque vous aurez fait tout le tour du Marais, les degrez marquez par l'éguille de la Bouſſole ſerviront à former les angles de la figure, & la longueur de chaque ligne déterminera tout le plan du Marais propoſé. Fig. 3.

Suppoſons pour exemple, qu'ayant placé la Bouſſole le long du côté AB, ou ce qui eſt la même choſe, le long d'une ligne parallele à ce côté, & que mettant l'œil proche la pinule du midi, on découvre deux piquets plantez dans ladite ligne; ſi l'éguille s'arrête ſur le 30me degré vers l'Occident, j'écris ce nombre 30 deg. le long de la ligne AB du mémorial, & en même tems la quantité de 50 toiſes qui ont été meſurées du point A au point B. Je tranſporte enſuite la Bouſſole avec ſon pied, le long du côté BC, ou dans l'alignement des piquets, plantez parallelement audit côté, mettant toûjours la pinule du Sud ou Midi du côté de l'œil; ſi l'éguille s'arrête ſur le 100 degré, j'écris ce nombre ſur la ligne BC, & en même tems la quantité de 70 toiſes qui ont été meſurées du point B au point C: Faiſant ainſi tout le tour du Marais, on marquera ſur chaque ligne correſpondante le nombre des degrez & des toiſes, par le moïen deſquels on mettra au net le plan propoſé en la maniere ſuivante, en ſe ſervant d'un Rapporteur, ou demi-cercle, & d'une Regle diviſée en parties égales, ou bien d'un Compas de Proportion.

Angles obſervez	Angles ſouſtraits.
30 degrez	Degrez.
100	70
130	30
240	100
300	60

Marquez de ſuite tous les Angles obſervez avec la Bouſſole, & ſouſtraïez le moindre du plus grand que vous marquerez entre deux, comme on voit en cette Table.

Commencez par tracer la ligne indéfinie AB, ſur laquelle vous porterez 50 parties égales de vôtre Echelle, à cauſe des 50 toiſes, meſurées ſur le terrain; faites au point B avec un rapporteur l'angle extérieur de 70 deg. & tirez la ligne indéfinie BC, ſur laquelle vous marquerez de B en C 70 toiſes, qui ont été meſurées ſur le terrain: faites au point C l'angle extérieur de 30 deg. & tirez la ligne indéfinie CD, laquelle vous déterminerez de 65 toiſes de longueur, conformément à la meſure qui en a été trouvée. Faites pareillement au point D l'angle extérieur de 110 deg. & tirez la ligne DE de 70 toiſes. Faites enfin au point E l'angle extérieur de 60 deg. & tirez la derniere ligne AE de 94 toiſes, & le plan ſera achevé.

Enſuite il ſera facile de l'orienter, puiſque vous ſçavez quel angle fait l'éguille avec chaque côté du plan.

Remarquez, que les angles ſouſtraits vous donnent les angles ex-

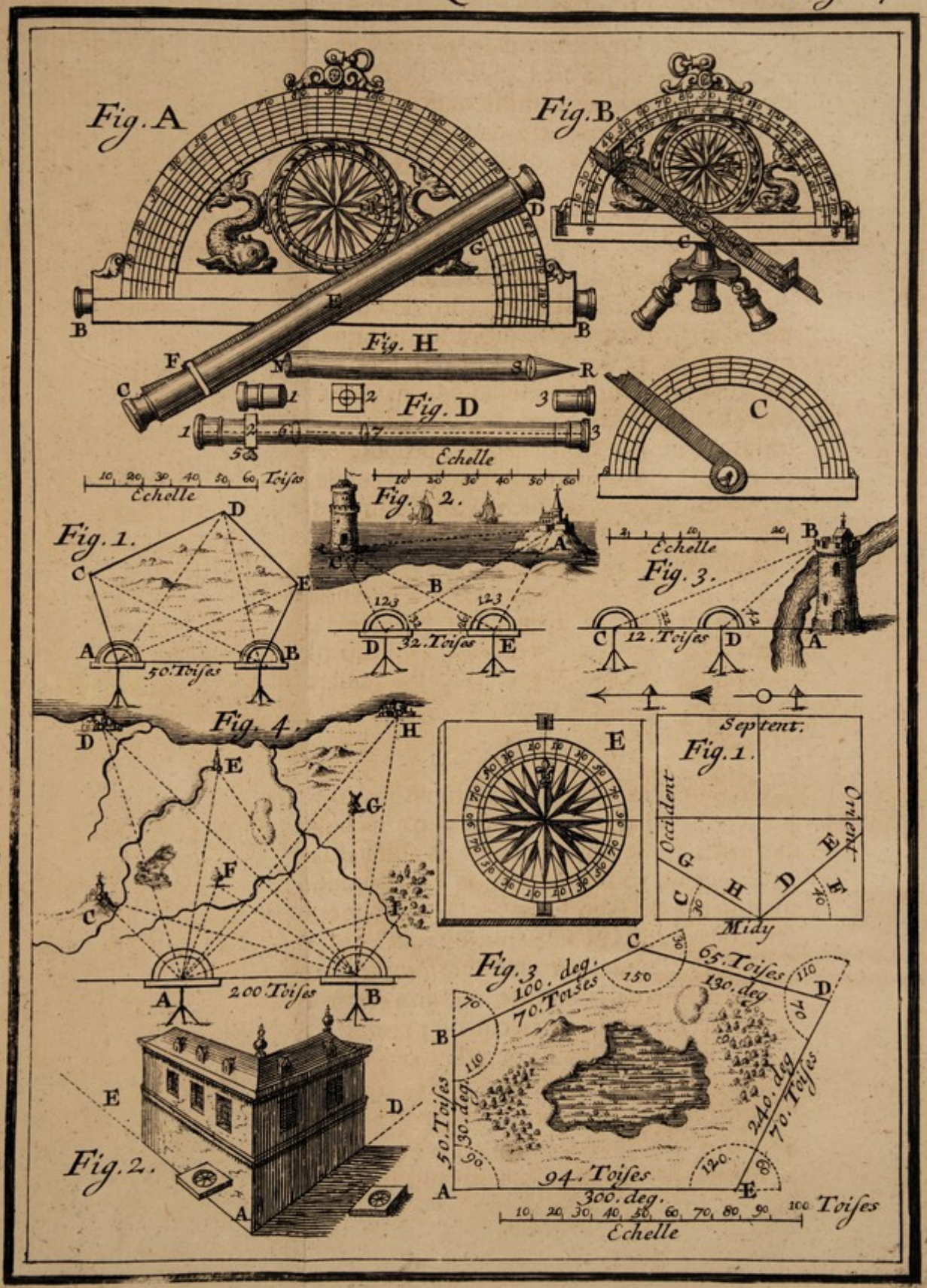


Fig. A
Fig. B
Fig. H
Fig. D
Echelle
10 20 30 40 50 60 Toises
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
50. Toises
32. Toises
12. Toises
Fig. 4.
200 Toises
Fig. 2.
Fig. 1.
Septent.
Occident
Orient
Midy
Fig. 3.
100. deg.
70. Toises
65. Toises
130. deg
50. Toises
30. deg.
240. deg
70. Toises
94. Toises
300. deg.
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 Toises

extérieurs, & que leurs complémens ſont les angles de la figure.

Remarquez auſſi que tous les angles de la figure pris enſenble doivent faire deux fois autant d'angles droits, moins quatre, qu'elle a de côtez. Ainſi, par exemple, la figure de cet uſage ayant 5 côtez, tous ſes angles ajoûtez enſemble ſont 540 deg. ou 6 fois 90, ce qui peut ſervir à prouver les operations.

Cette maniere de lever un plan paroît aſſez expeditive, mais il y a bien de la difficulté de faire avec la Bouſſole des operations fort exactes, à cauſe du fer caché qui ſe peut rencontrer dans les lieux où l'on eſt obligé de la placer.

CHAPITRE VIII.

Uſages des ſuſdits Inſtrumens de Mathematique, appliquez à la Fortification des Places.

LA Fortification eſt l'art de mettre un lieu en tel état, qu'un petit Corps de Troupes y puiſſe reſiſter avantageuſement à une Armée conſiderable.

Les Maximes qui ſervent de fondement à l'art de fortifier, ſont de certaines Regles generales établies par les Ingenieurs, fondées ſur la raiſon & ſur l'experience, dont nous parlerons ci-après.

L'Ingenieur principal ayant examiné l'étenduë & la ſituation du lieu que l'on veut fortifier, communique ſon deſſein par un plan & un profil, comme il paroît par la Planche (A); à quoi il ajoûte ordinairement un devis, c'eſt-à-dire, un diſcours qui explique l'ordre & la qualité des Matériaux qui doivent y être employez par les Entrepreneurs; leſquels ayant fait ſonder en pluſieurs endroits du lieu propoſé, la nature du terrain, feront un Marché de chaque toiſe d'ouvrage, par le moyen du quel l'ingenieur pourra voir à peu près la depenſe de tout l'ouvrage, le nombre des Ouvriers neceſſaires pour l'execution, & le tems qu'il conviendra d'y employer pour le rendre parfait.

Le plan d'une fortification repreſente par pluſieurs lignes tracées horiſontalement ou de niveau l'enceinte de la Place.

Ce deſſein contient pluſieurs lignes paralleles entr'elles, mais le premier & principal trait, qui doit être marqué par une ligne plus apparente que les autres, repreſente la principale enceinte du corps de la Place entre le Rempart & le Foſſé: de ſorte par le Plan & ſon Echelle on connoît les longueurs & les largeurs de tous les Ou-

Pour tracer ſur le papier un Plan fortifié, ſuivant la méthode du Comte de Pagan.

Planche A. Fig. 1.

SOit, par exemple, propoſé un Exagone: tracez premierement la ligne AB de 120 toiſes, pour côté exterieur dudit Exagone; ſur le point du milieu C, tirez à angles droits la ligne CD, de 30 toiſes; tirez énſuite les lignes ADH, BDG, s'entre-coupantes au point D, prenez ſur vôtre Echelle 55 toiſes, pour déterminer la longueur des faces AE, BF; du point E tirez le flanc EG faiſant angle droit au point G, à l'extremité de la ligne de défenſe razante BG, & pareillement l'autre flanc FH a angle droit ſur AH; tirez enfin la Courtine GH, & vous aurez un côté dudit Exagone fortifié: les autres côtez ſe fortifieront de même. Autour de ce côté de Polygone ainſi fortifié, vous tracerez un Foſſé ici repreſenté par les lignes AC, CB, paralleles aux faces des Baſtions, leſquelles ſe rencontrent vers le milieu de la Courtine au point C: ce Foſſé doit avoir de largeur au moins 20 toiſes vis-à-vis les faces, & 3 toiſes de profondeur. Les terres qui ſe tireront du Foſſé, ſerviront à former le Rempart avec ſon Parapet & le Glacis du Chemin couvert, ayant ſoin de conſerver les terres les plus fines pour le Parapet du corps de la Place & celui du Chemin couvert; car ſi ces terres étoient pierreuſes, les boulets de canon tirez par les Aſſiegeans contre ces Parapets, feroient ſauter les pierres, & accableroient les Soldats qui défendent le corps de la Place: au contraire, quand ces terres ſont fines & épurées de pierres, le boulet ne fait que ſon trou & s'y enterre, pourvû toutefois qu'il y ait aſſez d'épaiſſeur pour l'amortir. L'experience a fait connoître qu'il faut environ 20 pieds d'épaiſſeur de terre bien battuë, pour mettre un parapet à l'épreuve du canon.

Le Parapet ſe conſtruit ſur le Rempart large de 4 toiſes, y compris la Banquette, & ſe trace parallele aux faces, flancs & courtines qui forment l'enceinte de la place.

Mais pour le Rempart on lui donne 15 toiſes de largeur par ſa baſe, & on le trace parallele aux Courtines ſeulement, afin que les Baſtions ſoient pleins, & que l'on y trouve de la terre quand on en a beſoin pour faire quelque retranchement.

Quand on laiſſe quelque Baſtion vuide, on y conſtruit des ſous-terrains bien voutez, à l'épreuve de bombe, que l'on recouvre de terre bien battuë, & on tâche de faire en ſorte que l'eau de pluie n'en penetre point les voutes, afin que les proviſions que l'on ſerrera dans ces ſous-terrains s'y puiſſent conſerver en tout tems.

Le

Le Chemin couvert ſe trace parallele au-dehors du Foſſé, large d'environ 5 toiſes; on y fait un Parapet de 6 pieds de hauteur, & une Banquete au pied dudit Parapet, de 3 pieds de large, & d'un pied & demi de haut, afin que les Soldats puiſſent tirer commodément leurs armes à feu par-deſſus le Parapet, dont le deſſus doit être en Glacis, c'eſt-à-dire, ayant une pente douce, qui ne ſe termine qu'à 20 ou 30 toiſes dans la campagne; & il faut faire en ſorte qu'autour de ce Glacis, qui doit environner toute la Place, & loin par delà, s'il ſe peut, il n'y ait aucun lieu creux, où l'Ennemi ſe puiſſe mettre à couvert. C'eſt pourquoi quand un Ingenieur viſite les Fortifications d'une Place, il a grand ſoin d'en examiner les environs, pour faire combler tout ce qui ſe trouve de chemin creux, du moins à la portée du mouſquet au-delà du Chemin couvert; & en même tems fait razer tout ce qui s'y trouve de trop élevé, afin que ceux qui défendent la Place puiſſent découvrir tous les environs.

Pour tracer le Profil d'une Place fortifiée.

IL faut premierement conſtruire une Echelle de 20 ou 30 toiſes, aſſez étenduë, pour qu'une toiſe y ſoit d'une grandeur ſenſible.

Tirez enſuite la ligne indéfinie ON, repreſentant le niveau de la campagne, prenez ſur vôtre Echelle 15 toiſes, que vous porterez de O en Q, pour marquer la Baſe du Rempart; portez de Q en R 20 toiſes, pour la largeur du Foſſé, vis-à-vis une des faces de Baſtion, car il eſt plus large vis-à-vis la Courtine; portez 5 toiſes de R en P, pour la largeur du Chemin couvert; & enfin, 20 ou 30 toiſes de P en N, pour la baſe du Glacis; les plus longs ſont les meilleurs. Fig. 2.

Après avoir déterminé les largeurs ou épaiſſeurs, il faut marquer les élevations au deſſus du niveau de la campagne, & les enfoncemens au-deſſous du même niveau, comme nous allons faire.

Prenez 3 toiſes ſur ladite Echelle, élevez ſur les points O & Q des perpendiculaires de cette hauteur, pour élever au-deſſus du niveau, le Terre-plein du Rempart, dont O S eſt le talud intérieur, ou la Rampe pour monter de la ville ſur le Terre-plein du Rempart ST, qui a 6 ou 7 toiſes de large, pour conduire & voiturer commodément les Canons ſur leurs affuts, & toutes les Munitions neceſſaires pour la défenſe de la Place. La Rampe ou Montée du Rempart, doit être fort aiſée vis-à-vis la gorge des Baſtions, de ſorte que les Chariots y puiſſent monter & deſcendre facilement.

Aux

vrages qui compoſent la Fortification. Figure premiere.

Le profil repreſente les principaux traits qui paroîtroient ſur une ſurface plane qui couperoit verticalement, & ſepareroit par le milieu tous ces mêmes ouvrages. Pour le tracer on a coûtume de ſe ſervir d'une plus grande Echelle que celle du Plan, afin d'y pouvoir mieux diſtinguer leurs largeurs & leurs hauteurs ou profondeurs, comme il paroît par la figure 3.

Noms des principales lignes & des principaux angles qui forment le Plan.

Planche A. Fig. 1.

LA ligne AB ſe nomme côté exterieur du Polygone.

L E, côté interieur du Polygone.

L G, demie gorge du Baſtion, dont E G eſt le flanc, A E la face, & A L la capitale.

G H eſt la courtine, & A H, ligne de défenſe razante.

La figure A L G E repreſente un demi-Baſtion.

L'Angle ANB eſt l'angle du Centre.

L'Angle KAB, l'angle du Polygone.

L'Angle IAE fait des deux faces, s'appelle Angle flanqué, ou Angle du Baſtion.

L'Angle AEG fait de la face & du flanc, ſe nomme Angle de l'Epaule.

L'Angle EGH fait du flanc & de la courtine, ſe nomme Angle du flanc.

L'Angle EGB fait du flanc & de la ligne de défenſe razante, ſe nomme Angle flanquant intérieur.

L'Angle EDF fait par les deux Razantes qui s'entre-coupent vers le milieu de la Courtine, s'appelle Angle flanquant extérieur, ou Angle de Tenaille.

L'Angle EAG fait de la Courtine & de la ligne de défenſe razante, s'appelle Angle diminuë. Cet Angle eſt toûjours égal à celui qui eſt fait de la face du Baſtion & de la Baſe, ou du côté extérieur.

Maximes fondamentales de la Fortification

CEs principales Maximes ſe peuvent reduire à ſix.

La premiere eſt, qu'il n'y ait aucun endroit dans le contour d'une Place qui ne ſoit flanqué ou défendu des flancs; parce que s'il y avoit quelque endroit autour d'une Place, qui ne fut pas vû & défendu par les Aſſiegez, l'Ennemi pourroit s'y mettre à couvert,

vert, & ſe rendre maître de la Place en peu de tems.

Il s'enſuit de cette Maxime, que l'Angle flanqué, ou l'Angle fait des deux faces du Baſtion trop aigu eſt défectueux, parce que ſa pointe peut être facilement émouſſée ou rompuë par le canon des Aſſiegeans, & qu'enſuite le Mineur y peut travailler en ſûreté, pour en agrandir la Breche.

C'eſt encore un pareil défaut d'arrondir la pointe des Baſtions, par la même raiſon.

La ſeconde eſt, que la force ſoit, autant qu'il eſt poſſible, également diſtribuée par tout; parce que, s'il y a quelque endroit plus foible, ce ſera par là que l'Ennemi l'attaquera: ceſt pourquoi ſi par la nature du terrain, un côté ſe trouve plus foible que les autres, on y ajoûte quelque ouvrage, pour augmenter ſa force, en multipliant ſa défenſe.

La troiſiéme eſt, que les parties flanquées ne ſoient éloignées de celles qui les flanquent, que de la portée du Mouſquet; c'eſt pourquoi la ligne de défenſe, ou la diſtance de la pointe du Baſtion aux flancs des Baſtions voiſins, ne doit guéres exceder 125 toiſes, qui eſt la portée ordinaire des Mouſquets chargez à la hâte, comme ſont ceux des Soldats dans un Siege.

La quatriéme Maxime eſt, que les flancs des Baſtions ſoient aſſez grands pour contenir du moins trente Mouſquetaires de front, & quatre ou cinq pieces de canon montées ſur leurs affuts, afin de bien défendre toute la face du Baſtion, qui pourroit être attaquée par l'ennemi: & comme la principale défenſe ſe tire des flancs, il eſt plus à propos qu'ils ſoient perpendiculaires ſur la ligne de défenſe, que de toute autre ſituation. Cette méthode a été enſeignée par M. le Comte de Pagan, & ſuivie par les plus habiles Ingenieurs qui ont paru depuis, & particulierement par M. le Maréchal de Vauban, qui par ſes ſignalez ſervices, a merité l'eſtime de tous les Gens de Guerre & habiles Ingenieurs de ſon tems.

La cinquiéme eſt, que la Forteresſe ne ſoit commandée d'aucun endroit, qui ſoit à la portée des armes à feu, qui ſont le mouſquet & le canon; car au contraire, elle doit commander ſur tous les lieux d'alentour.

La ſixiéme eſt, que les ouvrages les plus proches du centre de la Place, ſoient plus élevez & commandent à ceux qui en ſont plus éloignez, afin que ſi l'Ennemi vient à ſe rendre maître de quelque partie des dehors, ou de quelque ouvrage éloigné, il puiſſe en être repouſſé par ceux qui défendent le Corps de la Place.

Aux terres nouvellement remuées, on fait la Baſe du talud OZ égale à la hauteur des terres, de ſorte que ſi la hauteur a 3 toiſes, la baſe du talud a auſſi 3 toiſes; c'eſt ce que l'on fait tout le long des Courtines au talud intérieur du Rempart.

Mais à l'entrée des Baſtions, il faut du moins doubler la baſe du talud; c'eſt-à-dîre, que pour une hauteur de 3 toiſes, il faut faire la baſe du talud, au moins de 6 ou 8 toiſes, pour qu'un chariot y puiſſe monter.

Lorſque le Rempart eſt formé, & que les terres en ſont ſuffiſamment raſſiſes, ce qui ne ſe peut faire qu'avec le tems & la précaution de les bien battre de deux pieds en deux pieds de hauteur, & afin que les terres ſe puiſſent lier enſemble, on y étend d'eſpace en eſpace un lit de faſcines; on conſtruit ſur les terres du Rempart un Parapet, auquel on donne ſix pieds de hauteur intérieure, & quatre pieds de hauteur extérieure, afin que le deſſus des terres ait une pente douce, qui ſerve à découvrir tout ce qui eſt au-delà du Foſſé, & qu'étant monté ſur la Banquete, on puiſſe voir le Chemin couvert, & le défendre en cas d'attaque.

La Baſe du Parapet XY, doit avoir environ 4 toiſes de largeur, afin que le haut diminué de ſes deux taluds, ait encore au moins 20 pieds de large. Au bas du talud intérieur du Parapet, on fait une Banquete de 2 pieds de largeur, & d'un pied & demi de haut, afin que le Parapet ait 4 pieds & demi de hauteur au-deſſus de la Banquete, ce qui ſuffit pour que les Soldats puiſſent tirer commodément leurs armes à feu par-deſſus le Parapet.

Il faut avoir grand ſoin de battre les terres du Parapet de pied en pied de hauteur avec des lits de faſcines; & afin de ne pas donner un ſi grand talud aux terres du Parapet, on a coûtume de le revêtir de bons gazons de terre graſſe, que l'on coupe avec une bêche de Jardinier, tous égaux, ſur la ſuperficie d'un Pré, choiſie aux environs de la Place; leur longueur eſt d'environ 15 pouces ſur 10 de large. Pour placer les gazons, il faut aſſeoir le premier lit bien de niveau tout le long d'une étenduë de pluſieurs toiſes, & poſer ceux du ſecond en ſorte que tous les joints du premier ſoient recouverts des gazons qui font le ſecond lit, & les joints du ſecond pareillement recouverts des gazons du troiſiéme lit, & ainſi des autres, afin que le tout faſſe bonne liaiſon.

Il ſuffira de donner deux pouces de talud par pied de hauteur, à l'intérieur du Parapet, & environ 4 pouces par pied au talud extérieur dudit Parapet. Il faut un Jardinier adroit, pour conduire

cette

cette ſorte d'ouvrage; c'eſt-à-dire, pour couper les gazons, & les placer comme il convient.

Au bas ou pied du talud extérieur du Parapet & du Rempart, on laiſſe une petite Berme marquée Q, d'environ 4 pieds de large, pour retenir les terres qui peuvent ſe détacher du talud.

La pente QB repreſente le talud intérieur des terres du Foſſé, qui a 3 toiſes de profondeur, BK en eſt le talud extérieur. Si ces terres ſont mouvantes, il faut leur donner aſſez de pente, pour qu'elles reſtent ſans s'ébouler ou retomber dans le Foſſé. Mais ſi elles ſont fermes, & qu'elles puiſſent facilement reſter ſans retomber, on leur donne moins de talud. La ligne KP repreſente le Terre-plein du Chemin couvert, qui doit avoir 5 toiſes de largeur. PA repreſente le Parapet du Chemin couvert, avec ſa Banquete au pied, le tout doit avoir 6 pieds de hauteur, pour mettre à couvert ceux qui ſont ſur le Chemin couvert.

La pente ſupérieure du Glacis AN, doit être de terres douces, dont on ôte les pierres, s'il y en a, avec un rateau de fer, & on les enterre au pied du Glacis, afin que quand l'Ennemi fera tirer le canon ſur ledit Glacis, les boulets s'y enfoncent ſans faire réjaillir les éclats de pierres dans le Chemin couvert.

Pour tracer le plan d'une Fortification ſur la Terre.

SOit propoſé, par exemple, le Plan de la figure premiere, à tracer ſur la Terre. *Planche A.* Fig. 1.

Au lieu de Compas & de Regle, il faut employer les Piquets, la Toiſe & les Cordeaux: c'eſt pourquoi, après avoir bien examiné le terrain, & conſideré où l'on doit placer les Baſtions & les Portes, qui ſe font pour l'ordinaire au milieu des Courtines, il faut premierement planter de longs piquets aux endroits où l'on prétend placer les Angles flanquez des Baſtions, & il eſt à propos d'y faire toute l'attention neceſſaire, avant que de commencer.

Ayant donc planté perpendiculairement un long piquet ſur le Terrain, à l'endroit où l'on a reſolu de placer la pointe du Baſtion, marquée A, on fera meſurer bien exactement avec une toiſe, ou avec une chaîne de 5 toiſes, juſqu'à 90 toiſes au bout deſquelles on plantera un piquet marqué C, & l'on continuëra vers le lieu où l'on prétend placer la pointe du Baſtion B, en meſurant encore 90 toiſes, ou bout deſquelles on plantera un autre piquet, qui marquera la pointe du Baſtion B.

Pendant que l'on meſurera avec les Chaînes ou Cordeaux, il

faut faire ſuivre quelque Ouvrier avec un Pic à la main, qui faſſe ſur le terrain une trace ou ſillon, continué de Piquet en Piquet, avant qu'on leve les Cordeaux.

Après quoi il faudra retourner au Piquet C, pour y faire une perpendiculaire ſur la trace ACB.

Pour tracer ladite perpendiculaire, meſurez avec la toiſe de C en A 2 ou 3 toiſes, & au bout plantez-y un Piquet; meſurez pareillement de C vers B un nombre égal de toiſes, au bout deſquelles vous planterez un ſecond Piquet: ayez deux Cordeaux bien égaux, qui ayent chacun un nœud à un de leurs bouts; faites entrer un de ces nœuds autour de chacun des Piquets, que vous venez de planter, & tenant à vôtre main les deux autres bouts des Cordeaux égaux, étendez-les juſqu'à ce qu'ils ſe joignent ſur le terrain, & au point de leur jonction plantez un troiſiéme Piquet; mettez enfin un Cordeau au Piquet C, prolongez-le tant qu'il ſera beſoin, le faiſant paſſer par ce troiſiéme Piquet: & faites tracer un ſillon le long du Cordeau, il ſera perpendiculaire ſur la ligne ACB.

Du point C faites meſurer 30 toiſes le long de ce ſillon, & au bout de ces 30 toiſes, plantez-y un long Piquet bien à plomb, qui marquera le point D de vôtre Plan.

Retournez au Piquet A, d'où étant bien alligné au Piquet D, faites tracer un ſillon le long de cet allignement, vous ſervant pour cet effet d'un Piquet que vous ferez mettre à plomb entre A & D, devant les yeux de l'Ouvrier qui trace le ſillon; faites meſurer le long dudit ſillon 55 toiſes du Piquet A, allant vers D, pour la longueur de la face du Baſtion AE; faites planter un long Piquet au point E, pour y marquer l'Angle de l'épaule.

Allez au Piquet B, & faites-y les mêmes operations, pour tracer la face BF, & plantez un Piquet à l'Angle de l'épaule F.

Prolongez l'allignement BF de D, allant vers G; & de même l'allignement AE de D vers H; meſurez avec l'Echelle du Plan les lignes DG, DH, portez ſur le terrain leurs juſtes longueurs de E en G & en H, où vous planterez des Piquets: après quoi il ſera facile de tracer ſur la terre les Flancs EG, FH, & la Courtine GH.

Vous aurez par ce moyen un front de Place fortifiée, tracé ſur le Terrain; les autres ſe traceront de même avec les Piquets & Cordeaux, il ne ſera pas hors de propos d'examiner avec un demi-cercle ou un Recipiangle, ſi les Angles du Plan tracé ſont égaux à ceux du Plan deſtiné, & de le rectifier avant que d'y mettre les Ouvriers. Il faut auſſi de tems en tems prendre garde ſi les traces

ſont

ſont ſuivies exactement; car ſans ces précautions, il s'y pourroit faire beaucoup de difformitez, qu'il ſeroit très-difficile de corriger.

De la Conſtruction des dehors.

LEs dehors, en terme de Fortification, ſont des Ouvrages élevez, que l'on conſtruit au-delà du Foſſé d'une Place fortifiée, pour la couvrir & en augmenter la défenſe. Fig. P.

Les plus ordinaires & les plus communs entre ces ſortes d'Ouvrages, ſont les Ravelins ou Demi-lunes qui ſe forment ſur l'Angle flanquant de la Contreſcarpe entre deux Baſtions, & devant la Courtine, pour couvrir les Portes & les Ponts qui ſe font ordinairement au milieu des Courtines, comme les figures PP le montrent.

Les Ravelins ſont compoſez de deux faces, garnies d'une Banquete ou deux, & d'un bon Parapet élevé du côté de la campagne & de deux demies gorges, ſans Parapet, du côté de la Ville, avec une ouverture & un talud, pour monter du grand Foſſé ſur le Terre-plein du Ravelin.

On bâtit en chaque Ravelin un Corps-de-Garde, pour mettre à l'abri des injures du tems, les Soldats neceſſaires pour le garder & le défendre; mais il eſt à propos que ce Corps-de-Garde ſoit en forme de reduit, avec des crenaux tout autour, pour que les Soldats, en cas d'aſſauts, s'y puiſſent retirer & obtenir quelque capitulation, avant que de rendre les Armes.

Pour tracer un Ravelin devant une Courtine, ouvrez le Compas de la grandeur du côté intérieur du Polygone; arrêtez une des pointes du Compas ainſi ouvert, ſur une des extremitez de ladite ligne, & de l'autre pointe décrivez un Arc au-delà de la Contreſcarpe; arrêtez de même une pointe du Compas ſur l'autre extremité du côté intérieur, & de l'autre pointe tracez un ſecond Arc, coupant le premier en un point qui marquera la pointe ou l'angle flanqué du Ravelin; mettez une regle ſur ce point d'interſection & ſur chacune des extremitez dudit côté intérieur, pour tracer les faces du Ravelin, qui ſe termineront à droite & à gauche ſur le bord de la Contreſcarpe. Les deux demies-gorges ſe tireront de l'extremitê de chaque face, juſqu'à l'angle rentrant de ladite Contreſcarpe.

Mais pour que l'angle flanqué du Ravelin ne ſoit pas trop aigu, ne donnez qu'environ 40 toiſes à ſa capitale RS; & faites le reſte, comme nous venons de dire.

On place quelquefois un ſemblable Ouvrage devant la pointe

d'un Baſtion ; & comme ſa gorge eſt bâtie ſur le bord de la Contreſcarpe, que l'on arrondit ordinairement vis-à-vis la pointe des Baſtions, donne à cet Ouvrage le nom de Demi-Lune, parce que ſa gorge eſt en forme d'Arc : l'on confond ſouvent l'un avec l'autre, & la plûpart des Soldats donnent, ſans diſtinction, le nom de Demi-Lune aux Ravelins qui ſe font devant les Courtines.

Le défaut de cet Ouvrage eſt, qu'il eſt trop éloigné des flancs des Baſtions, pour en être ſuffiſamment défendu ; c'eſt pourquoi on ne fait point de Demi-Lune devant la pointe d'un Baſtion, à moins qne l'on ne faſſe en même tems d'autres dehors à droite & à gauche devant les Courtines voiſines, qui la puiſſent défendre.

Il eſt à propos que ces Ouvrages ſoient revêtus de murailles, auſſi-bien que le Corps de la place ; car quand ils ne ſont pas revêtus, on eſt obligé de donner un ſi grand talud aux terres, qu'il eſt facile de monter dans l'Ouvrage par ſon talud.

Cependant il faut laiſſer raſſeoir du moins un an ou deux les terres nouvellement remuées, avant que de les revêtir, afin qu'elles s'affaiſſent peu à peu, & que dans la ſuite elles ne renverſent pas les Murailles qui leur ſervent de revêtement.

Conſtruction des Ouvrages à Corne.

Planche A. Fig. 3.

CEs ſortes d'Ouvrages ſe font ordinairement devant les Courtines, & comme ils ſont de plus grande depenſe que les Ravelins, ils ne ſe font pas ſans neceſſité ; ſoit pour couvrir quelque endroit de la Place, plus foible que les autres ; ſoit pour occuper une hauteur, qu'on n'a pû renfermer dans le Corps de la Place.

Pour le tracer, tirez premierement ſur le milieu de la Courtine, la perpendiculaire 1, 2, longue à diſcretion ; & à cette ligne deux paralleles ſur les Angles des épaules des Baſtions voiſins de la Courtine 3, 4, 5, 6. Ces 2 paralleles, que l'on appelle les aîles de l'Ouvrage à Corne, doivent tirer leurs défenſes des faces de ces Baſtions ; c'eſt pourquoi leur longueur ne doit guéres paſſer 120 toiſes, à compter des Epaules. Par les extremitez des aîles, tirez la ligne 4, 6, qui ſera le côté extérieur de l'Ouvrage à Corne, & qui ſe trouvera diviſé en 2 parties égales au point 7, par la perpendiculaire 1, 2 : prenez avec un Compas la moitié dudit côté extérieur, & la portez ſur les longs côtez de 4 en 8, & de 6 en 9, tirez les lignes 4, 9, & 6, 8, qui ſe croiſant au point 10, forment l'Angle de tenaille ; ce qui repreſente un Ouvrage, que l'on appelle Tenaille ſimple, qui ſe place aſſez ordinairement devant les Courtines avec

un

un petit Ravelin au-delà du Foſſé, entre les deux Angles ſaillans & vis-a-vis le milieu de l'Angle rentrant, ou de Tenaille.

Mais pour renforcer cet Ouvrage, on y ajoûte deux demi-Baſtions & une Courtine entre deux; ce qui vaut mieux que deux ſimples Angles rentrans.

Pour tracer les demi-Baſtions, diviſez la ligne 4, 10 en deux parties égales au point 11; & de même la ligne 10, 6 au point 12; des points 11 & 12, tirez juſqu'au milieu de la Courtine de la Place, où eſt le point 1, les lignes occultes 12 1, 11 1, & par ce moyen vous aurez la petite Courtine 13 14 de l'Ouvrage à Corne, les deux flancs 21 13, 12 14, & les deux faces 11 4, 12 6.

Les côtez de ces Ouvrages qui ſont tournez du côté de la campagne, comme ſont les demi-Baſtions, la Courtine & les aîles de l'Ouvrage à Corne, doivent être munis d'un bon Parapet de terre douce bien batuë, de 18 à 20 pieds d'épaiſſeur, & de 6 pieds de hauteur par devant, y compris la Banquete, de même que celui du Corps de la Place, en obſervant toutefois que les Parapets des Ouvrages les plus proches du centre de la Place doivent toûjours être plus élevez au-deſſus du niveau de la campagne, que ceux des Ouvrages plus éloignez, afin que quand les Aſſiegeans ſe ſeront emparez de quelque dehors, les Aſſiegez, qui défendent le Corps de la Place, les voyant tout à découvert, puiſſent les empêcher d'y reſter & de s'y loger.

Ces Parapets doivent être ſoûtenus d'un Rempart, dont le Terreplein, qui porte la Banquete, ait 3 ou 4 toiſes de largeur; mais quand la terre manque, on ſe contente de conſtruire pluſieurs Banquetes l'une ſur l'autre de 18 pouces de haut & de 3 ou 4 pieds de large; & au-deſſus de la plus haute Banquete, le Parapet doit avoir environ 4 piéds & demi de hauteur, pour couvrir les Soldats juſqu'aux épaules; le deſſus du Parapet doit être en Glacis, qui baiſſe peu à peu vers la campagne, afin que les Aſſiegez puiſſent voir l'Ennemi, & tirer deſſus ſans être vûs.

Les parties de ces Ouvrages, qui ſont du côté de la Place, doivent être ſans Parapet, mais ſeulement fermez d'un ſimple Mur, ou d'une rangée de Paliſſades, pour éviter les ſurpriſes de l'Ennemi; & c'eſt de ce côté là que doit être la Porte, pour communiquer du Corps de la Place dans l'Ouvrage, & le Corps-de-Garde, pour mettre à couvert les Soldats deſtinez pour la défenſe.

Tous ces Ouvrages doivent être environnez d'un Foſſé large de 10 à 12 toiſes, qui communique avec le Foſſé du corps de la Place, & qui ſoit auſſi profond.

Au-delà du Foſſé on fait un Chemin couvert large de 5 à 6 toiſes avec un Parapet & ſa Banquete, que l'on garnit ordinairement d'une enceinte de fortes Paliſſades enfoncées dans la terre à 3 ou 4 pieds de profondeur. Le deſſus de ce Parapet, qui va en Glacis, ſe doit terminer à la campagne; & ſi l'on peut le prolonger de 20 ou 30 toiſes, il n'en ſera que mieux; car un Glacis ne peut pas être trop long; puiſque par ſon moyen l'Ennemi ne peut approcher de la Place, qu'il ne ſoit entierement découvert.

Les Dehors, dont nous venons de parler, ſont les plus ordinaires; il s'en fait néanmoins de pluſieurs autres ſortes, dont nous ne parlerons point ici; cette Matiere demanderoit ſeule un gros Volume.

Méthode pour toiſer les Ouvrages des Fortifications.

LEs terres dont ſe forment les Remparts & les Parapets, ſe tirent ordinairement des Foſſez que l'on faits autour de la Place; & pour en connoître la quantité, on meſure le vuide des Foſſez, & on le reduit en toiſes cubes, dont on paye l'excavation & le tranſport aux Entrepreneurs, ſuivant le prix convenu.

Comme, par exemple, ſi le Foſſé, vis-à-vis la face d'un Baſtion à 50 toiſes de long, 20 toiſes de large, & 4 de profondeur; on multiplie la longueur 50 par la largeur 20, le produit ſera 1000 toiſes quarrées, leſquelles on multiplie par 4 toiſes de profondeur, ce qui fait 4000 toiſes cubes.

Il faut remarquer, que comme on eſt obligé de donner un grand talud aux terres, afin qu'elles puiſſent reſter ſans s'écouler, ce Foſſé doit être bien plus large par le haut que le bas: C'eſt pourquoi, ſi l'on veut que le Foſſé ait 20 toiſes de largeur par le milieu de la profondeur, il faut lui donner par le haut; au moins 22 toiſes de largeur, & 18 par le bas; ces 22 toiſes ajoûtées à 18, font 40, dont la moitié 20 eſt la largeur réduite.

A l'égard de la profondeur, comme il y a ſouvent des creux & & des butes ſur la face de la terre, on oblige les Ouvriers de laiſſer en creuſant au travers du Foſſé, quelques bandes de terre, pour ſervir de témoins de la hauteur des terres, juſqu'à ce que le tout ſoit meſuré; & quand il y a dans un Atelier pluſieurs témoins, d'eſpace en eſpace, on prend les hauteurs perpendiculaires de chacun, on les ajoûte enſemble, & on diviſe la ſomme par le nombre des témoins. Si, par exemple, on a ajoûté enſemble ſix hauteurs, on prend la ſixiéme partie de la ſomme pour la hauteur réduite.

La Maſſonnerie qui ſoûtient les terres, doit avoir de l'épaiſſeur

à proportion de ſa hauteur, on lui donne auſſi un talud d'environ un pied par toiſe de hauteur.

Si, par exemple, on bâtit un Mur pour ſoûtenir les terres du Rempart de la Place, & que ce Mur ait ſix toiſes de hauteur, la moindre épaiſſeur que l'on puiſſe donner par le haut, eſt trois pieds, & par le bas neuf pieds d'épaiſſeur, au-deſſus de la fondation, à cauſe de ſon talud, qui eſt d'un pied par toiſe: or ces deux épaiſſeurs, 9 & 3 font 12, dont la moitié 6 pieds, ſera l'épaiſſeur réduite de ce Mur: & par conſequent, pour revetir la face d'un Baſtion, qui a 50 toiſes de long, 6 toiſes de haut, & une toiſe d'épaiſſeur réduite, il faut 300 toiſes cubes de Maſſonnerie, ſans y comprendre la fondation, que l'on ne peut pas déterminer ſans connoître le terrain. Outre cela, on a coûtume de faire des Contreforts, pour ſoûtenir les terres, & les empêcher de trop peſer contre le Mur du Revêtement: Ces Contreforts doivent être fondez ſur la terre ferme, & entrer dans les terres rémuées, au moins d'une toiſe de long, on leur donne 7 à 8 pieds de large à la racine, c'eſt-à-dire, du côté où ils ſont attachez au Mur du Revêtement, & 4 à 5 pieds à la queuë qui s'avance dans les terres du Rempart, ce qui revient à une toiſe de ſurface, en ſuppoſant, comme nous venons de dire, 7 pieds à la racine, & 5 pieds à la queuë; qui font 12 pieds, dont la moitié 6 pieds eſt l'épaiſſeur reduite; & ſuppoſant 4 toiſes de hauteur l'un portant l'autre, chaque Contrefort aura 3 toiſes cubes. Et comme on n'en doit pas faire moins de dix dans une étenduë de 50 toiſes, la Maſſonnerie de dix Contreforts reviendra à 40 toiſes cubes: de telle ſorte que pour revêtir de Murailles les 2 faces & les 2 flancs d'un Baſtion, on peut compter environ mille toiſes cubes de Maſſonnerie: & pour revêtir une Courtine, qui a 80 toiſes de longueur, il faut compter environ 900 toiſes cubes de Maſſonnerie: de là on pourra facilement eſtimer ce qu'il en faut pour le Revêtement de toute une Place. Remarquez qu'il vaut mieux faire l'eſtimation plus forte que trop foible; car ſi on a trop de fonds, il ſert pour ſubvenir aux dépenſes imprévûës.

Il nous reſte encore à parler du toiſé de le Charpente, dont on a beſoin pour conſtruire les Ponts & les Portes, & autres Ouvrages de cette nature.

Pour meſurer les Bois de Charpente, on les reduit en Solives.

La Solive eſt une piece de Bois ayant 12 pieds de longueur & 36 pouces quarrez de ſurface, c'eſt-à-dire, 6 pouces de largeur ſur 6 de groſſeur, ce qui revient à 3 pieds cubes de Bois, qui font la 72^{me} partie d'une toiſe cube.

Dans

Dans les Ouvrages de Fortification on compte les longueurs des pieces de Bois miſes en œuvre, comme elles ſont, y compris les tenons.

Nous donnerons ici deux manieres d'en faire le calcul, afin que l'une puiſſe ſervir de preuve à l'autre.

La premiere, eſt de réduire en pouces la groſſeur de la piece de Bois, c'eſt-à-dire, les pouces de ſa largeur & de ſon épaiſſeur & après avoir multiplié ces deux quantitez, l'une par l'autre pour en faire des pouces quarrez, on multiplie le produit par les toiſes, pieds & pouces de la longueur, on diviſe ce dernier produit par 72, le quotien donne le nombre des Solives que contient la piece de Bois.

La raiſon de cette pratique, eſt que 72 chevilles d'un pouce de gros ſur une toiſe de long, font une Solive.

Suppoſons, par exemple, qu'il faille réduire en Solives une poutre ayant de longueur 2 toiſes 4 pieds 6 pouces, & 12 à 15 pouces de gros; il faut multiplier 15 par 12, le produit eſt 180 pouces quarrez, leſquels il faut encore multiplier par 2 toiſes 4 pieds 6 pouces, le produit eſt 495, lequel diviſé par 72, donne pour quotien 6 Solives & $\frac{7}{8}$.

La ſeconde méthode, pour réduire les Bois de Charpente en Solives, eſt fondée ſur ce que la Solive contient 3 pieds cubes, ou la 72^{me} partie de la toiſe.

Elle ſe pratique de la maniere ſuivante: multipliez les pouces de ſon équarriſſage, les uns par les autres, c'eſt-à-dire, les pouces de ſa largeur par ceux de ſon épaiſſeur, & du produit prenez-en le douziéme, que vous multiplierez par la longueur de la piece; ce dernier produit ſera le nombre des Solives, & parties de Solive.

Soit pour exemple, la même piece de Bois ayant de longueur 2 toiſes 4 pieds 9 pouces, & 12 à 15 pouces de gros, en multipliant 15 par 12, le produit eſt 180 pouces quarrez.

La douziéme partie de ce nombre eſt 15, qui étant conſiderez comme des pieds font 2 toiſes 3 pieds, leſquels multipliez par la longueur 2 toiſes 4 pieds 6 pouces, font enfin 6 Solives 5 pieds & 3 pouces; de ſorte qu'il ne s'en manque que neuf pouces ou la huitiéme partie d'une toiſe pour faire ſept Solives, comme dans le calcul de la premiere méthode.

Fin du quatriéme Livre.

DE

Planche. A.

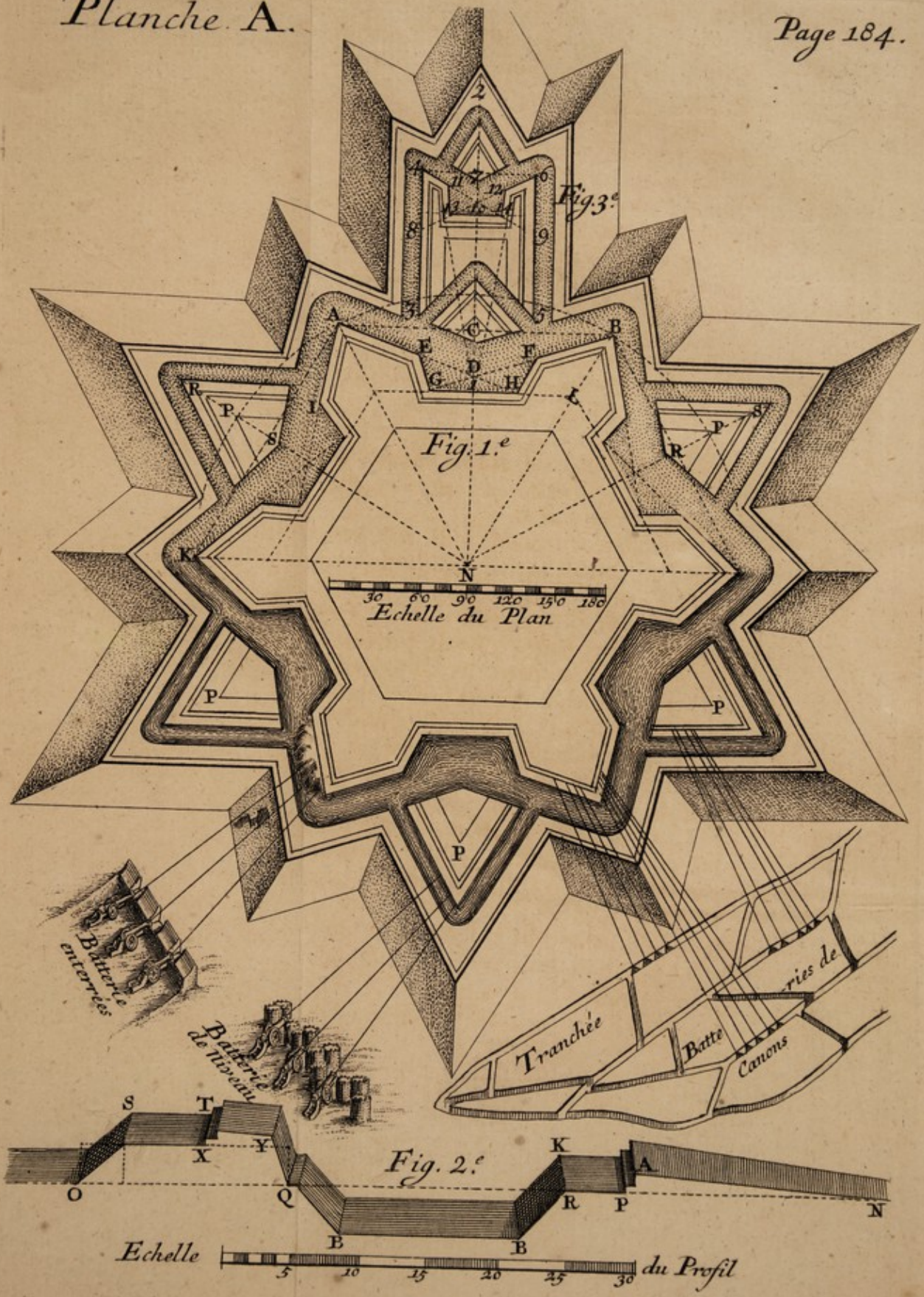


Fig. 3.e
Fig. 1.e
Echelle du Plan
30 60 90 120 150 180
Batterie enterrée
Batterie de Niveau
Tranchée
Batte
Canons
ries de
Fig. 2.e
Echelle du Profil
5 10 15 20 25 30

DE LA CONSTRUCTION ET DES USAGES DE PLUSIEURS DIFFERENS NIVEAUX POUR LA CONDUITE DES EAUX.

Comme auſſi des Inſtrumens ſervans à l'Artillerie.

LIVRE CINQUIÉME.

CHAPITRE PREMIER.

De la Conſtruction & des Uſages de pluſieurs Niveaux.

Conſtruction du Niveau à l'Eau.

CE premier de ces Inſtrumens eſt un Niveau d'Eau. Il eſt compoſé d'un tuïau rond de cuivre ou autre matiere, long d'environ 3 pieds, ſur 12 à 15 lignes de diametre: Il eſt recourbé par les bouts à l'équerre pour y recevoir 2 tuïaux de verre de 3 ou 4 pouces, que l'on fait tenir avec de la cire ou du maſtic. Il y a par deſſous une virole attachée au milieu, pour le placer ſur ſon pied. *XV. Planche. Fig. A.*

On y verſe de l'eau ordinaire ou colorée par un des bouts juſqu'à ce qu'il y en ait aſſez pour paroître dans les deux tuïaux de verre.

Ce Niveau, quoique fort ſimple, eſt très-commode pour niveler de moyennes diſtances.

Il eſt fondé ſur ce que l'eau ſe place toûjours naturellement de niveau; c'eſt pourquoi il n'eſt pas neceſſaire qu'elle ſoit également éloignée des extremitez des 2 tuïaux de verre, car elle s'y met-

mettra toûjours d'égale hauteur, par rapport au centre de la terre.

Fig. B. Le Niveau d'air marqué B, eſt un tuïau de verre bien droit, d'égale groſſeur & épaiſſeur par tout.

Il s'en fait de differente longueur & groſſeur à proportion; on le remplit à quelque goute près, d'eſprit-de-vin ou d'autre liqueur qui n'eſt point ſujette à ſe geler. Les bouts de ce tuïau ſont terminez en pointe & fermez hermétiquement; c'eſt-à-dire, que le bout par lequel on a verſé l'eſprit de vin, à été enſuite bouché avec le verre même, en le tortillant au raïon du feu vif d'une lampe que l'on ſouffle pour le rendre bien ardent, par le moyen d'un chalumeau.

On connoît que cet inſtrument eſt parfaitement de niveau, lorſque la goute d'air s'arrête juſtement au milieu; car quand il n'eſt pas de niveau, la goute d'air, comme plus legere, court vers le haut, pour remplir le vuide.

Conſtruction du Niveau d'air monté.

CEt inſtrument eſt compoſé d'un Niveau d'air d'environ 8 pouces de long ſur 7 à 8 lignes de diametre, marquez 1. Il eſt enchâſſé dans un tuïau de cuivre, marqué 2, qui eſt évuidé dans ſon milieu, afin que l'on puiſſe voir au-deſſus la bulle d'air.

Fig. G. Il eſt porté ſur une forte regle bien droite d'environ un pied de long, aux extremitez de laquelle ſont placées 2 pinules juſtement de même hauteur & ſemblables à celle marquée 3, qui eſt vûë de front; elle a une ouverture quarrée, dans laquelle il y a deux filets de cuivre très-délicatement limez, qui ſe croiſent à angles droits. On y perce un petit trou au milieu, & on y attache une petite piece de cuivre mince, avec un petit clou à tête, afin de boucher l'ouverture quarrée, quand il eſt beſoin. Cette piece eſt percée d'un petit trou qui répond à celui qui eſt au milieu des filets. Le tuïau de cuivre eſt attaché ſur la regle par le moyen de 2 vis, dont l'une marquée 4, ſert à lever ou baiſſer le tuïau, tant & ſi peu que l'on veut pour le placer de niveau & le faire accorder avec les pinules.

La boule du genoüil eſt rivée à une petite regle, qui fait reſſort, & eſt attachée par un de ſes bouts avec 2 vis à la grande regle, & à l'autre bout il y a une vis à oreille, marquée 5, qui ſert à hauſſer ou baiſſer tout l'inſtrument quand il y a peu de choſe à changer.

La maniere d'ajuſter ce Niveau eſt facile. Il n'y a qu'à le placer ſur ſon pied, de maniere que la goute d'air ſoit juſtement au milieu du tuïau, alors fermant la pinule du côté de l'œil, & ouvrant l'autre, le point de l'objet qui eſt coupé par le filet horiſontal eſt de niveau

avec

avec l'œil ; & pour connoître ſi le niveau d'air eſt bien d'accord avec les pinules, il n'y a qu'à retourner l'inſtrument bout pour bout, fermer la pinule qui étoit ouverte & ouvrir l'autre, puis regardant par le petit trou, ſi le même point de l'objet eſt coupé par le filet horiſontal, c'eſt une marque que le niveau eſt juſte ; & s'il s'y trouve quelque difference, il faut tant ſoit peu hauſſer ou baiſſer le tuïau par le moyen de la vis marquée 4, & repeter cette operation juſqu'à ce que les pinules ſoient d'accord avec le niveau ; c'eſt-à-dire, que regardant un objet, la bulle d'air étant au milieu & enſuite retournant l'inſtrument, on voye le même objet.

Le Niveau marqué D, eſt compoſé d'un petit tuïau de verre enchâſſé dans un autre tuïau de cuivre attaché ſur une regle parfaitement égale d'épaiſſeur. Il ſert à connoître ſi un plan, comme une table, pendule, ou autre choſe ſemblable, eſt de niveau. Fig. D.

Conſtruction du Niveau d'air à lunete.

CE Niveau eſt ſemblable à celui marqué C, excepté qu'au lieu de pinules, il y a une Lunete d'approche afin de découvrir de plus loin. Cette Lunete eſt dans un tuïau de cuivre, d'environ 15 pouces de long, attaché ſur la même regle que le Niveau, laquelle doit être d'une bonne épaiſſeur & fort droite.

A l'extremité du tuïau de la Lunete marquée 1, entre le petit tuïau, auſſi marqué 1, qui porte le verre oculaire & une ſoie très-déliée, placée horiſontalement au foyer de l'objectif marqué 2, on avance ou recule ce petit tuïau dans le grand, pour ajuſter la Lunete aux differentes vûës. Fig. E.

A l'autre bout de la Lunete eſt placé le verre objectif, dont la conſtruction eſt la même que celle que nous avons donnée pour le demi-cercle. Tout le corps de cette Lunete eſt attaché à la regle, auſſi-bien que le Niveau, avec des vis, ſur 2 petites plaques quarrées qui ſont ſoudées vers les extremitez de chaque tuïau, & qui doivent être d'épaiſſeur parfaitement égale.

Il y a une vis à la petite figure marquée 3, qui doit traverſer la regle & le tuïau de la Lunete, afin de pouvoir haſſer ou baiſſer la petite fourchete qui porte la ſoie, & la faire accorder avec la bulle d'air, quand l'Inſtrument eſt de niveau. La vis marquée 4, eſt pour faire auſſi accorder la bulle d'air avec la Lunete.

Au-deſſous de la regle il y a une plaque de cuivre qui fait reſſort & qui porte le genoüil, comme au Niveau à pinules.

Le Niveau marqué F, eſt en forme d'Equerre, ayant ſes 2 branches Fig. F.

ches parfaitement égales en longueur : à la jonction de ſes 2 branches on fait un petit trou d'où pend une ſoie chargée d'un plomb, qui bat ſur une ligne penpendiculaire, au milieu du quart de cercle, qui le plus ſouvent eſt diviſé en 90 degrez. Son uſage eſt fort facile, car les extremitez de ſes 2 branches étant poſées ſur un plan, on connoît qu'il eſt de niveau lorſque la ſoie bat juſte ſur la ligne qui eſt au milieu du quart de cercle.

Conſtruction d'un Niveau à plomb & à lunete.

CEt Inſtrument eſt compoſé de deux regles attachées enſemble, faiſant angles droits; celle qui porte le filet avec ſon plomb a environ un pied & demi, ou deux pieds.

Fig. G. On attache le filet vers le haut, à un petit clou qui eſt au point marqué 2. Le milieu de la regle, où paſſe la ſoie, eſt évuidé, afin qu'elle ne touche en aucun endroit que vers le bas, à l'endroit marqué 3, où eſt une petite lame d'argent, ſur laquelle on a tracé délicatement une ligne perpendiculaire à la lunete.

On recouvre le vuide par deux pieces de cuivre, pour empêcher que le vent n'agite la ſoie, & qui forment une eſpece de boëte; pour la même raiſon il y a un criſtal qui couvre la lame d'argent, afin que l'on puiſſe voir à travers, quand la ſoie avec ſon plomb eſt ſur la perpendiculaire. La lunete marquée 1, eſt attachée ſur l'autre regle qui a environ deux pieds de long; elle eſt conſtruite comme les autres lunetes, dont nous avons parlé ci-devant. Toute la juſteſſe de cet Inſtrument conſiſte en ce que cette lunete ſoit parfaitement à angle droit à la perpendiculaire.

Il y a un genoüil de la maniere ordinaire, attaché derriere cette regle, pour placer tout l'inſtrument ſur ſon pied.

Nous faiſons auſſi de ces Niveaux à plomb & à lunete, ſoit de cuivre ou de fer; dont la lunete & le canal où eſt enfermé le filet qui porte le plomb, ont environ 4 à 5 pieds de longueur, afin de donner de plus grands coups de niveau. La lunete a environ un pouce & demi de diametre, & la boëte du filet, qui porte le plomb, a environ deux pouces de largeur ſur un & demi d'épaiſſeur: on attache la boëte avec des vis par le milieu, à la lunete, de maniere qu'elles ſoient parfaitement à angles droits l'une à l'autre: aux deux extremitez de la lunete ſont ajuſtez deux larges cercles, dans leſquels la lunete tourne juſte: ces cercles qui ſont plats par-deſſous ſont attachez ſur uue forte regle de fer, afin qu'elle ſoit plus ſolide. Ce Niveau eſt porté par 2 pieds, à peu près pareils à celui que j'ai dé-

décrit à la Planche 13, figure E; ces pieces ſont attachées avec des vis aux extremitez de la regle de fer. Il y a deux ouvertures, & recouvertes d'un criſtal qui s'ouvre par le moyen d'un petit chaſſis de cuivre, afin de pouvoir accrocher le filet qui porte le plomb, au haut de la boëte, de maniere que le filet batte ſur deux petites lames d'argent, & vis à-vis une ligne perpendiculaire à la lunete, qu'on a tracée délicatement ſur leſdites lames. Ces lames ſont placées vis-à-vis les ouvertures de la boëte. Le filet qui porte le plomb, eſt un cheveu ou bien une ſoie très-fine, & la lunete eſt pareille à celle que j'ai décrite ci-devant, en parlant du demi-cercle.

Toute la juſteſſe de cet Inſtrument conſiſte en ce que la lunete ſoit parfaitement à angles droits avec les perpendiculaires qui ſont tracées ſur les lames d'argent.

Pour éprouver ce Niveau, on le place ſur ſon pied, en ſorte que le filet tombe juſte ſur la ligne perpendiculaire, & l'on remarque l'objet qui eſt coupé par la ſoie, qui eſt au foyer de la lunete; puis vous décrochez le filet qui porte le plomb, & vous retournez la lunete ſens deſſus deſſous; enſuite vous racrochez le filet au crochet qui ſe trouve an haut de la boëte, & vous regardez par la lunete le même objet; ſi le filet tombe juſte ſur la ligne perpendiculaire, c'eſt une marque que l'Inſtrument eſt juſte; mais s'il ne s'y rencontroit pas, il faudroit pouſſer à droite ou à gauche le petit crochet, juſqu'à ce que le tout convienne de côté & d'autre; on peut auſſi lever ou baiſſer la lunete par le moyen d'une vis. Les Ouvriers intelligens ſuppléeront ſans peine à l'abregé de cette Deſcription.

L'Inſtrument marqué H, eſt un petit Niveau ſimple, fondé ſur le même principe que les trois precedens. Sa figure fait aſſez connoître ſon uſage & ſa conſtruction. Fig. H.

Le Niveau marqué I, ſe place de lui même. Il eſt compoſé d'une regle de cuivre, d'une forte épaiſſeur, d'environ un pied de long, ſur un pouce de large. Il y a deux pinules de même hauteur, placées aux extremitez de la regle, & au milieu une eſpece de fleau, à peu près comme aux balances ordinaires pour ſuſpendre librement le niveau; au-deſſous de ladite regle eſt attachée avec des vis une piece de cuivre qui porte une boule auſſi de cuivre, un peu groſſe, afin de lui donner plus de poids. Toute la juſteſſe de cet Inſtrument conſiſte dans un parfait équilibre. Il eſt facile de le connoître, car en tenant l'Inſtrument ſuſpendu par ſon anneau, & ayant Fig. I.

remarqué un objet par les pinules, il ne faut que retourner l'inſtrument pour approcher l'œil de l'autre pinule, & voir ſi le même objet paroît à même hauteur, c'eſt une marque que l'inſtrument eſt en parfait équilibre, mais ſi l'objet paroît un peu plus haut ou plus bas, on pourra y remedier en pouſſant un peu la piece qui porte la boule, juſqu'à ce qu'elle ſoit juſtement au milieu du point de ſuſpenſion, & l'arrêter avec la vis, lorſque par les experiences on aura reconnu que l'Inſtrument ſera de niveau.

Conſtruction du Niveau de Monſieur Hugens.

Fig. K. LA principale partie de cet Inſtrument eſt une lunete d'approche de 15 à 18 pouces de long, marquée 1, & compoſée de la même maniere que celle que nous avons décrite ci-devant, la lunete qui eſt de forme cylindrique, paſſe par une virole où elle eſt arrêtée par le milieu. Cette virole a 2 branches plates pareilles, l'une en haut & l'autre en bas, marquée 2, chacune d'environ le quart de la lunete; de ſorte que le tout fait une maniere de croix. Au bout de chacune de ces deux branches eſt attachée une petite piece mouvante en forme de pince, dans laquelle eſt arrêtée une ſoie aſſez forte, qui eſt paſſée en pluſieurs doubles dans un anneau.

Par l'un de ces anneaux on ſuſpend la croix à un crochet qui eſt au bout de la vis marquée 3, & par en bas on attache à l'autre anneau un poids qui égale au moins la peſanteur de la croix, afin de la maintenir en ſon équilibre; ce poids eſt enfermé dans la boëte marquée 5, dont il ne ſort que ſon crochet; ce qui reſte d'eſpace dans cette boëte, eſt rempli de quelque huile de noix, ou de lin, ou autre qui ne ſe fige point, pour arrêter plus promptement les balancemens du poids & de la lunete.

On met quelquefois 2 lunetes à cet Inſtrument, l'une à côté de l'autre & bien paralleles; l'oculaire d'une de ces lunetes eſt d'un côté, & l'oculaire de l'autre eſt du côté oppoſé, afin de pouvoir voir des deux côtez ſans tourner le niveau. Si le tuïau de la lunete étant ſuſpendu ne ſe trouve pas de niveau, comme il arrive ſouvent, on y mettra une virole ou anneau marqué 4, que l'on pourra faire couler le long du tuïau de la lunete pour la placer de niveau & la maintenir parallele à l'horiſon, ſoit qu'il y en ait une ou deux.

Il y a un filet tendu horiſontalement, attaché à une petite fourchete au foyer du verre objectif de chaque lunete, que l'on peut hauſſer ou baiſſer par le moyen d'une petite vis, comme nous avons dit ci-devant.

Pour

Pour verifier ce niveau, l'ayant ſuſpendu par une de ſes branches, on viſe à quelque objet éloigné, ſans que le plomb y ſoit attaché, & l'on remarque préciſément le point de l'objet qui eſt coupé par le fil de la lunete, puis on y ajouté le plomb l'accrochant à l'anneau d'en bas; & ſi alors le fil horiſontal répond au même point de l'objet, c'eſt une marque que le centre de gravité de la croix eſt préciſément dans la ligne droite qui joint les deux points de ſuſpenſion, & répond au centre de la terre.

Mais ſi cela ne ſe trouve point, il faut y remedier en faiſant couler la petite virole de côté ou d'autre. L'ayant ainſi réduit à viſer au même point, ſans plomb & avec le plomb, on la retourne ſens deſſus deſſous, en la ſuſpendant par la branche qui étoit en bas, & attachant le plomb par l'autre. Que ſi alors le fil qui eſt dans la lunete coupe le même point de l'objet, on eſt aſſuré que ce point eſt préciſément dans le plan horiſontal du centre du tuïau de la lunete. Mais ſi le fil ne viſe pas au même point, on l'y reduira en le hauſſant ou baiſſant par le moyen de la vis. Il faut de tems en tems faire la verification de l'inſtument, de crainte qu'il n'y arrive quelque changement.

Le crochet d'où eſt ſuſpendu cet inſtrument eſt attaché à une croix faite de bandes de bois mince, & qui excede un peu de part & d'autre la lunete & ſes 2 branches; aux extremitez de chaque bras de cette croix, il y a un crochet qui ſert pour garantir la lunete de trop d'agitation, quand on ſe ſert de l'inſtrument, ou pour la maintenir en repos quand on le tranſporte, en faiſant deſcendre la lunete par le moyen de la vis qui la porte.

On applique à cette croix plate une autre croix creuſe que l'on attache avec des crochets, qui ſert comme d'étui à l'inſtrument; les 2 bouts de la croix reſtent ouverts, & par ce moyen la lunete étant à couvert du vent & de la pluie, elle ſe trouve toûjours en état de ſervir.

Le pied pour porter cet Inſtrument eſt une plaque ronde de laiton un peu concave, à laquelle ſont attachées trois viroles en charniere, dans leſquelles on met des bâtons de longueur convenable; la boëte qui eſt au bas du niveau eſt poſée ſur cette plaque & ſe peut tourner du côté que l'on veut, de maniere que le plomb ait ſon mouvement libre dans ſa boëte, qui doit être de cuivre, & que l'on bouche par le moyen d'une vis, pour conſerver l'huile dans les voyages.

Conſtruction d'un autre Niveau.

CEt Inſtrument eſt un niveau à peu près ſemblable a celui dont nous venons de donner la deſcription ; mais il eſt plus facile à tranſporter en campagne.

1. Eſt la boëte dans laquelle eſt enfermée la lunete.

Fig. L. 2. Eſt une eſpece d'étrier où paſſe la vis qui ſert de point de ſuſpenſion, au bout de laquelle il y a un crochet où s'accroche l'anneau qui eſt au bout de la plaque qui porte la lunete.

3. Sont des vis deſſus & deſſous pour arrêter fixement la lunete, lorſqu'on tranſporte l'Inſtrument.

4. Sont des crochets pour tenir la boëte fermée.

5. Eſt un bout de la lunete.

6. Eſt le bout de la plaque où eſt accrochée une groſſe boule de plomb qui ſert à maintenir la lunete de niveau.

Il y a trois viroles marquées 8, attachées fortement au-deſſous de l'étrier, qui ſervent de pied pour porter tout l'Inſtrument, lequel doit être fort libre dans ſa boëte lorſqu'on s'en ſert. Il eſt à remarquer que l'on met quelquefois deux lunetes dans ce niveau, auſſi-bien que dans l'autre dont nous venons de parler.

CHAPITRE II.

Des Uſages des ſudits Inſtrumens pour niveler.

LE nivellement eſt une operation qui nous fait connoître la hauteur d'un lieu à l'égard d'un autre. On dit qu'un lieu eſt plus élevé qu'un autre lorſqu'il eſt plus éloigné du centre de la terre. Une ligne qui eſt également éloignée du centre de la terre dans tous ſes points, eſt appellée de niveau ; c'eſt pourquoi comme la Terre eſt ronde, cette ligne doit être courbe & faire partie de ſa

Fig. I. circonference, comme on voit ici la ligne BDFG, dont tous les points ſont également éloignez du centre de la Terre, marqué A. Mais la ligne de viſée, que donnent les operations des Niveaux, eſt une ligne droite perpendiculaire au demi-diametre de la Terre AB, la quelle s'éleve au-deſſus du vrai Niveau marqué par la courbure de la Terre, à proportion qu'elle eſt plus étenduë, c'eſt pourquoi toutes les operations ne nous donnent que le niveau apparent,

que

que l'on doit corriger pour avoir le vrai Niveau, lorſque la ligne de viſée paſſe cinquante toiſes.

La Table ſuivante où ſont marquées les corrections des points du Niveau apparent pour les réduire au vrai Niveau, a été calculée par le moyen du demi-diametre de la terre dont on a connu la grandeur après avoir meſuré un degré de ſa circonference. Meſſieurs de l'Academie Roïale des Sciences ont trouvé par des Obſervations bien exactes, qu'un degré de la circonference de la Terre dans un grand cercle, comme le Méridien, contient 57060 toiſes, & donnant 25 lieuës au degré qui ſont les moyenes entre les grandes & les petites, il y aura 2282 toiſes & deux cinquiémes dans la longueur d'une lieuë.

Toute la circonference de la Terre ſera de 9000 de ces mêmes lieuës, & ſon diametre en contiendra 2865, d'où il s'enſuit qu'il y a de chaque endroit de la ſuperficie de la Terre à ſon centre 1432 lieuës & demie.

La ligne AB repreſente le demi-diametre de la Terre, ſous les pieds de l'Obſervateur. La droite BDE, repreſente le raïon viſuel dont les points DE ſont dans le Niveau apparent du point B. On ſe ſert de cette ligne du Niveau apparent, pour en déterminer une qui ſoit de vrai Niveau; ce qui ſe fait en ôtant des points de la ligne du Niveau apparent, la hauteur dont ils s'élevent au-deſſus du vrai Niveau à l'égard de certain point, comme B. Car il eſt facile à voir par cette figure que tous les points du Niveau apparent DE, ſont plus éloignez du centre de la Terre que le point B; & pour en connoître la difference, il n'y a qu'à conſiderer le triangle rectangle ABD, duquel ayant connu les deux côtez AB, BD, on trouvera l'hypotenuſe AD, & en ôtant le raïon ou demi-diametre de la Terre AC, le reſte CD repreſente l'élevation du point de Niveau apparent D par-deſſus le point du vrai Niveau C.

Taille qui montre les corrections des points de Niveau apparent. pour les reduire au vrai Niveau, ſuivant les differentes diſtances de cinquante en cinquante toiſes.

Diſtances des points du Niveau apparent.	Corrections, ou abaiſſemens. Pouces.	Lignes.	
50 toiſes.	0	0	1 tiers.
100	0	1	1 tiers.
150	0	3 Lignes.	0
200	0	5	1 tiers.
250	0	8	1 tiers.
300	1	0	0
350	1	4	1 tiers.
400	1	9	1 tiers.
450	2	3 Lignes.	0
500	2	9	0
550	3	6	0
600	4 Pouces.	0	0
650	4	8	0
700	6	4	0
750	5	3 Lignes.	0
800	7 Pouces.	1	0
850	7	11	1 demie.
900	8	11	0
950	10	0	0
1000	11	0	0

La Regle qui a ſervi à calculer cette Table, eſt de diviſer le quarré de la diſtance par le diametre de la Terre, qui eſt 6538694 toiſes, & c'eſt pour cette raiſon que les corrections ou abaiſſemens ſont entr'eux comme les quarrez des diſtances. Quoique le fondement de ce calcul ne ſoit pas tout-à-fait géométrique, il en approche ſi fort, que dans la pratique il ne peut s'enſuivre aucune erreur ſenſible.

Si l'on prenoit les points du Niveau apparent, au lieu de ceux du vrai Niveau, on ſe tromperoit dans la conduite de l'eau d'une ſource, qui ſeroit, par exemple, au point B: car cette ſource ne couleroit pas au long de la ligne BDE, mais elle demeureroit en B: de ſorte que pour s'étendre au long de ladite ligne, il faudroit qu'elle remontât plus haut qu'elle n'eſt; ce qui n'eſt pas poſſible, puiſqu'elle ne peut prendre d'autre figure extérieure que la circulaire, qui eſt également éloignée du centre de la terre. Au contraire une ſource qui ſeroit en D, auroit beaucoup de pente pour deſcendre en B, mais elle ne pourroit pas paſſer outre, à cauſe qu'il faudroit qu'elle s'élevât plus haut que ſa ſource, ſi elle continuoit ſon chemin au long de la même ligne droite; ce qu'elle ne peut pas faire à moins qu'elle

ne

ne ſoit forcée par quelque machine. Je pourrai donner à la fin de cet Ouvrage, la deſcription d'une machine qui pourra faire connoître la maniere de faire monter l'eau plus haut que le niveau.

Maniere de rectifier les Niveaux, ou verifier s'ils ſont juſtes.

POur rectifier les Niveaux, comme, par exemple, celui d'air, il faut planter 2 piquets, comme AB, qui ſoient éloignez l'un de l'autre d'environ 50 toiſes, à cauſe de la rondeur de la Terre; car paſſé ce nombre de toiſes, il faudroit y avoir égard; puis en bornaïant de la ſituation A le piquet B, le Niveau étant poſé horiſontalement, lorſque la bulle d'air ſera dans le milieu du tuïau, on fera lever ou baiſſer le long dudit piquet B un carton, ſur le milieu duquel on aura tracé une ligne noire horiſontalement, juſqu'à ce que le raïon viſuel de l'Obſervateur rencontre cette ligne, après quoi il faudra attacher contre le piquet A un autre carton pareil, dont le milieu ſoit à la hauteur de l'œil, quand on a bornaïé le carton B; puis on tranſportera le Niveau au piquet B; & on le diſpoſera à la hauteur du centre dudit carton, & le Niveau étant poſé horiſontalement pour bornaïer le milieu du carton A, ſi pour lors le raïon viſuel donnoit au milieu dudit carton, c'eſt une marque que ce Niveau eſt bien juſte; mais ſi le raïon viſuel donne au-deſſous ou au-deſſus, comme par exemple au point C; il faut, en conſervant toûjours la même hauteur de l'œil, baiſſer la lunete ou la pinule juſqu'à ce que le raïon viſuel donne dans le milieu de la difference, comme en D, & la lunete reſtant ainſi, il faut ajuſter le tuïau de niveau juſqu'à ce que la bulle d'air s'arrête dans le milieu, ce qui ſe fait par le moyen de la vis marquée 4. Fig. 1.

Enſuite on retournera au piquet A, remettre le Niveau à la hauteur du point D, pour bornaïer le carton B; & ſi le raïon viſuel donne dans le centre de ce carton, c'eſt une marque que la lunete s'accorde avec le niveau: ſinon il faudra recommencer les mêmes operations juſqu'à ce qu'on vienne à rencontrer les centres des 2 cartons.

Autre maniere de rectifier les Niveaux.

COnnoiſſant deux points, qui ſoient parfaitement de niveau, éloignez l'un de l'autre, on mettra le bout qui porte l'oculaire de la lunete à la hauteur juſte d'un de ces deux points, la bulle d'air étant arrêtée au milieu de ſon tuïau, alors en bornaïant, s'il arrive que la ſoie ou le filet de la lunete donne dans le ſecond point, c'eſt une marque que le Niveau eſt juſte; mais ſi le filet donnoit au-deſ-

ſus ou au-deſſous du point de niveau, il faudroit, en conſervant toûjours la même hauteur de l'œil, hauſſer ou baiſſer le bout du niveau où eſt le verre objectif, juſqu'à ce que le raïon viſuel de la lunete donne juſte au point de niveau, & le laiſſant en cet état hauſſer ou baiſſer le tuïau qui porte le niveau, en ſorte que la bulle d'air reſte dans le milieu.

Ce que l'on vient de dire pour ce Niveau, peut ſervir auſſi pour rectifier les autres. La difference n'eſt que de changer les plombs & filets des lunetes, ſuivant leurs conſtructions.

Pratique du Nivellement.

POur ſçavoir, par exemple, la difference de hauteur ou la pente du haut de la montagne au point marqué A, juſqu'au bas de la-
Fig. 3. dite montagne au point B, poſez vôtre Niveau environ au milieu de vos 2 points, comme en D, ayez des piquets plantez en A & en B avec des perſonnes inſtruites des ſignaux pour hauſſer ou baiſſer le long deſdits piquets des bâtons fendus, au bout deſquels on attache les cartons, vôtre Niveau étant placé ſur ſon pied, bornaïez vers le piquet AE, en faiſant le ſignal dont on eſt convenu avec des perſonnes intelligentes pour cela de hauſſer ou baiſſer le carton, juſqu'à ce que la partie de deſſus, ou la ligne du milieu, paroiſſe dans le raïon viſuel; faites meſurer exactement la hauteur perpendiculaire du point A au point E, que nous ſuppoſons en cet exemple de 6 pieds 4 pouces, que l'on écrira au memorial. Tournez enſuite vôtre Niveau horiſontalement ſur ſon genoüil, en ſorte qu'il ſoit toûjours à même hauteur, & donne droit au piquet B, afin que l'oculaire de la lunete ſoit du côté de l'œil; car ſi c'eſt un niveau à pinule, il n'eſt pas neceſſaire de le retourner; faites ſignal que l'on hauſſe ou baiſſe le carton C, juſqu'à ce que ſon bout ſupérieur ſoit dans la ligne de mire; faites meſurer la hauteur du point B au point C, que l'on ſuppoſe ici être de 16 pieds 6 pouces, que l'on chifrera au memorial au-deſſus de l'autre nombre de la premiere ſtation, & pour ſçavoir la pente dù point B au point A, ſouſtraïez 6 pieds 4 pouces de 16 pieds 6 pouces, reſtent 10 pieds 2 pouces de pente, qui eſt ce que l'on cherchoit.

Il eſt remarquer, que ſi le point D, où eſt placé l'Obſervateur, eſt au milieu entre le point A & le point B, quelque diſtance qu'il puiſſe y avoir, il ne ſera pas neceſſaire d'avoir égard au hauſſement du Niveau apparent par deſſus le vrai, parce que ces 2 points étans également éloignez de l'œil de l'Obſervateur, le raïon viſuel s'élevera éga-

également au-deſſus du vrai niveau, & par conſequent il n'y aura aucune correction à faire pour connoître la pente du point A au point B.

Autre exemple du Nivellement.

ON veut ſçavoir s'il y a ſuffiſamment de la pente pour conduire l'eau depuis la ſource marquée A juſqu'au baſſin marqué B. Comme la diſtance du point A au point B eſt grande, on eſt obligé de faire pluſieurs operations. Ayant choiſi une hauteur commode pour y placer le niveau, comme au point I, faites planter perpendiculairement au point A proche de la ſource, une perche au long de laquelle on fera couler une autre perche fenduë qui porte le carton L, faites meſurer la diſtance depuis A juſqu'en I, que nous ſuppoſons ici de 1000 toiſes; le niveau étant ajuſté au point K, bornaïez le haut du carton L, en le faiſant hauſſer ou baiſſer comme nous avons dit ci-devant, faites meſurer la hauteur AL, que nous ſuppoſons 2 toiſes 1 pied 5 pouces; mais à cauſe de la diſtance de 1000 toiſes, ſuivant la table des hauſſemens du Niveau apparent par-deſſus le vrai niveau, il faut en ſouſtraire 11 pouces, & la hauteur AL ne ſera plus par conſequent que de 2 toiſes 6 pouces, que vous marquerez ſur le memorial. Fig. 4.

Tournez enſuite le Niveau du côté de la perche plantée au point H, en ſorte que l'oculaire ſoit du côté de l'œil de l'obſervateur, & le niveau étant ajuſté, bornaïez le carton G, l'ayant fait hauſſer le long de la perche juſqu'à ce que ſon bord ſuperieur ſoit dans le raïon viſuel de la lunete, faites meſurer la hauteur HG, que l'on ſuppoſe 3 toiſes 4 pieds 2 pouces.

Faites auſſi meſurer la diſtance du point I au point H, que nous ſuppoſons ici de 650 toiſes, pour laquelle diſtance, ſuivant la table, il faudra ſouſtraire 4 pouces 8 lignes de la hauteur HG, laquelle par conſequent ne ſera plus que de 3 toiſes 3 pieds 9 pouces 4 lignes, que vous marquerez ſur vôtre memorial.

Cela fait, tranſportez le Niveau ſur quelqu'autre hauteur d'où l'on puiſſe découvrir la perche HG, & l'angle de la maiſon D, dont le rez de chauſſée eſt de niveau avec le Baſſin B, qui eſt le terme du nivellement.

Le Niveau étant ajuſté au point E, bornaïez la perche H; le raïon viſuel donnera au point F, faites meſurer la hauteur HF, que nous ſuppoſons être de 11 pieds 6 pouces; faites auſſi meſurer la diſtance HB, que nous ſuppoſons de 50 toiſes, pour laquelle diſtance la

table marque 2 pouſes 9 lignes de hauſſement, leſquels étant ôtez de la hauteur HF, reſtera 11 pieds 3 pouces 3 lignes que l'on écrira au memorial. Ayant enfin tourné le Niveau pour bornaïer l'angle de la maiſon D, faites meſurer la hauteur depuis le point D où s'eſt terminé le raïon viſuel juſqu'au rez de chauſſée, laquelle nous ſuppoſons de 8 pieds 3 pouces. Faites auſſi meſurer la diſtance du point E, juſqu'à ladite maiſon, laquelle ſe trouve de 450 toiſes, pour laquelle diſtance la table marque 2 pouſes 3 lignes de hauſſement, leſquels étant ôtez de ladite hauteur reſteront 8 pieds 9 lignes, que l'on écrira au memorial.

Ces deux exemples ſuffiront pour tout les cas du Nivellement, ſinon on pourra avoir recours aux Livres qui en traitent.

Maniere d'écrire toutes ces differentes hauteurs ſur le Mémorial.

AYant trouvé des lieux commodes, comme nous venons de ſuppoſer, pour placer le niveau entre 2 points, il faudra écrire ſur le memorial en 2 differentes colonnes les hauteurs obſervées; ſçavoir, ſous la premiere colonne celles que l'on a miré, l'œil étant tourné du côte de la ſource A; & ſous la ſeconde colonne, celles qui ont été obſervées du côté du Baſſin B, en la maniere ſuivante.

Premiere colonne.				
Premiere hauteur corrigée	toiſes. 2	pieds. 0	pouc. 6	lig.
Troiſiéme hauteur	1	5	3	3
	3	5	9	3

Seconde colonne.				
Seconde hauteur	toiſes. 3	pieds. 3	pouc. 9	lig. 4
Quatriéme hauteur	1	2	0	9
	4	5	10	1

Ayant ajoûté enſemble les hauteurs de la premiere colonne, & enſuite celles de la ſeconde, ſouſtraïez la premiere addition de la ſeconde,

	toiſes.	pieds.	pouces.	lignes.
c'eſt-à-dire, de	4	5	10	1
ôtez	3	5	9	3
	1	0	0	10

Il y a donc une toiſe & dix lignes de pente depuis la ſource A, juſqu'au baſſin B.

Si l'on veut en ſçavoir la diſtance, il n'y aura qu'à ajoûter enſemble

ſemble toutes celles qui ont été meſurées; ſçavoir,

La premiere de	1000 toiſes.
La ſeconde de	650
La troiſiéme de	500
La quatriéme de	450
Total des diſtances	2600 toiſes.

Enfin diviſant la pente par le nombre des toiſes de diſtance, on trouvera qu'il y a pour chaque centaine de toiſes deux pouces neuf lignes de pente, peu plus.

CHAPITRE III.

De la Conſtruction & Uſage de la Jauge, pour le partage des Eaux.

CEtte Jauge ſert à connoître la quantité d'eau que fournit un ſource. On la fait ordinairement d'un Vaiſſeau parallelipipede rectangle de cuivre, bien ſoudé, d'environ un pied de long, 8 pouces de large & autant de hauteur, plus ou moins, ſuivant la quantité d'eau qu'on veut meſurer. On y perce pluſieurs trous circulaires très-exactement, d'un pouce de diametre, & d'autres pour qu'il paſſe un demi pouce d'eau, & d'autres pour qu'il en en paſſe un quart de pouce. Tous ces trous doivent être percez de maniere que leurs centres ſoient à même hauteur. Les extrémitez ſupérieures des trous d'un pouce doivent être à 2 lignes près du haut de la Jauge; on bouche ces trous avec de petites plaques de cuivre quarrées, & qui ſont ajuſtées dans des couliſſes marquées 1, 2, & 3. Il y a une bande de cuivre mince, qui traverſe le Vaiſſeau à l'endroit marqué 4. Elle eſt arrêtée environ à un pouce du fond & percée de pluſieurs trous, afin que l'eau y paſſe plus librement. Elle eſt faite pour recevoir le choc de l'eau qui tombe de la ſource dans ladite Jauge, & empêcher qu'elle ne faſſe des vagues, & faire qu'elle ſorte plus naturellement par les ouvertures. Fig. M.

Il eſt à remarquer que les trous qui donnent un pouce cylindrique d'eau, doivent avoir 12 lignes juſte de diametre; celui d'un demi pouce doit avoir 8 lignes & demi, & celui d'un quart de pouce doit être de 6 lignes juſte. Cela ſe trouve facilement par le calcul.

Pour ſe ſervir de cet inſtrument, il faut le placer de maniere que ſon fonds ſoit horiſontal & ſes côtez bien perpendiculaires, puis faire

re entrer dans la Jauge l'eau de la ſource par le moyen d'un tuïau, comme la figure le marque, & lorſqu'elle ſera pleine environ une ligne près du bord, on ouvrira une des ouvertures, par exemple, d'un pouce; ſi l'eau reſte toûjours à même hauteur dans la Jauge, c'eſt une marque qu'il y entre autant d'eau qu'il en ſort, & que la ſource fournit un pouce d'eau. Mais ſi l'eau augmentoit dans le Vaiſſeau, il faudroit ouvrir une autre ouverture, ſoit d'un pouce, d'un demi ou d'un quart; de telle ſorte que l'eau reſte toûjours à même hauteur dans la Jauge, c'eſt-à-dire, à une ligne au-deſſus des trous d'un pouce, alors le nombre des trous ouverts donnera la quantité d'eau que fournit la ſource.

Fig. N. Le petit vaſe qui reçoit l'eau qui ſort de la Jauge, eſt fait pour ſçavoir combien la ſource en fournit dans un eſpace de tems déterminé, car ayant une pendule à ſecondes bien reglée, & remarquant le nombre de ſecondes qu'elle marque lorſque vous placerez le vaiſſeau ſous le canal d'un pouce d'eau, & voyant combien il s'eſt paſſé de ſecondes ou de minutes dans le tems qu'il a été à s'emplir, & enſuite meſurant exactement la quantité d'eau qu'il contient, on dira: Cette ſource fournit tant d'eau par heure.

On a fait pluſieurs experiences bien juſtes à ce ſujet, & on a trouvé qu'une ſource qui donnoit 1 pouce d'eau, en fourniſſoit 14 pintes meſure de Paris, en une minute de tems, de celle qui peſe 2 livres la pinte.

Il s'enſuit de là qu'un pouce d'eau donnera dans l'eſpace d'une heure 3 muids meſure de Paris, & en 24 heures 72 muids.

Si, par exemple, on plaçoit ſous la Jauge un Viſſeau cubique, contenant un pied cube, & qu'on y fit couler l'eau par l'ouverture d'un pouce, on verroit que ce Vaiſſeau ſeroit rempli dans l'eſpace de 2 minutes & demie, d'où s'enſuit que c'eſt 14 pintes par minute, puiſqu'elle a fourni 35 pintes en 2 minutes & demie.

On ſçaura par ce moyen les pouces d'eau que donne une Fontaine ou Ruiſſeau coulant; car ſi, par exemple, on a reçû 7 pintes d'eau en une ſeconde, on dira que cette eau coulante eſt d'un pouce. Si elle en fourniſſoit 21 pintes, on diroit qu'elle eſt de trois pouces, & ainſi des autres.

Pour meſurer l'eau courante dans un Aqueduc ou Riviere, qu'on ne peut recevoir dans une Jauge, on mettra ſur l'eau une boule de cire chargée de matiere un peu plus peſante, en ſorte qu'il ne paſſe que fort peu de cire au-deſſus de la ſurface de l'eau, de peur du vent: & après avoir meſuré une longueur de 15 ou 20 pieds de l'A-

l'Aqueduc, on connoîtra avec une pendule à ſeconde, en combien de tems la boule de cire, emportée par le cours de l'eau, paſſera cette diſtance; enſuite on multipliera la largeur de l'Aqueduc ou Riviere par la hauteur de l'eau, & le produit multiplié par l'eſpace qu'aura parcouru la boule de cire, le dernier produit marquera toute l'eau qui aura paſſé pendant le tems qu'on aura remarqué, par une ſection de l'Aqueduc. Exemple, on ſuppoſe un Aqueduc large de deux pieds, haut d'eau d'un pied, qu'en 20 ſecondes la cire ait parcouru 30 pieds, ce ſera un pied & demi par ſeconde: mais comme l'eau va plus vite au haut qu'au fond, il ne faut prendre que 20 pieds parcourus, ce ſera un pied par ſeconde, le produit d'un pied de haut par deux de large, eſt deux, qui multipliez par 20 de longueur font 40 pieds cubes, ou 40 fois 35 pintes d'eau qui font 1400 pintes en 20 ſecondes, & ſi 20 ſecondes donnent 1400 pintes, 60 ſecondes en donneront trois fois autant, ſçavoir 4200 pintes; & diviſant 4200 par 14, qui eſt le nombre de pintes qu'un pouce d'eau donne en une minute ou en 60 ſecondes, on trouvera le quotien de 300, qui ſera le nombre des pouces que donnera l'eau de l'Aqueduc.

M. Mariotte, qui a ſçavamment écrit ſur le mouvement des Eaux, eſt du ſentiment que les Fontaines ne ſont autre choſe que l'eau de la pluie, qui paſſant à travers de la terre, rencontre un tuf ou terre glaiſe, qu'elle ne ſçauroit pénétrer, & eſt obligé de ſe faire paſſage par les côtez, & forme une Fontaine. Pour prouver ce ſyſtême, il rapporte l'experience ſuivante.

Ayant fait faire un vaſe quarré de deux pieds, qu'il expoſa à la pluie pendant pluſieurs années, il remarqua que l'eau montoit dans ce vaſe chaque année l'une portant l'autre, à 18 pouces; mais il veut bien ne la prendre qu'à 15 pouces: ſur ce pied une toiſe recevroit en un an 45 pieds cubes d'eau; car en multipliant 36 pieds par 15 pouces, cela fait 45 pieds cubes.

Cet Auteur ſuppute auſſi l'étenduë du terrain qu'il prétend fournir l'eau à la Seine; & il trouve que la Seine n'eſt pas la ſixiéme partie ſi groſſe qu'elle le devroit être: il a encore obſervé, qu'elle n'avoit que 10 pouces de pente par 1000 toiſes vis à-vis les Invalides. Il prouve encore que la plus grande Fontaine de Montmartre, ſur ce pied, ne fournit pas même, quand elle eſt plus abondante, ce que la terre qui la ſurmonte devroit lui envoyer d'eau. Il conclud de là, qu'il faut qu'il s'en perde beaucoup dans les terres.

Pour ſçavoir le choc que doit produire l'eau, l'experience fait

connoître que l'eau accelere ſon mouvement, ſelon les nombres 1, 3, 5, 7, c'eſt-à-dire, que ſi en un quart de ſeconde elle deſcend d'un pied dans un tuïau, elle deſcendra de trois pieds pendant l'autre quart de ſeconde.

Les quantitez d'eau qui ſortent par des ouvertures égales faites audeſſous des Reſervoirs, de differentes hauteurs, ſont entr'elles en la raiſon ſouſdaillée des hauteurs. Les Tables ci-après feront connoître les dépenſes d'eau à differentes élevations.

Table des dépenſes d'Eau en une minute à 3 lignes de diamettre d'Ajutoir à differente hauteur de Reſervoir.

Pieds.	Pintes.
6	9
9	11
12	14
18	16
25	19
30	21
40	24
52	28

Hauteurs des Reſervoirs. — Dépence d'Eau à 3 lig. d'Ajutoir.

Table des dépenſes d'Eau en une minute par different Ajutoir à une même hauteur de Reſervoir.

Lignes.	Pintes.
1	1
2	6
3	14
4	25
5	39
6	56
7	76
8	110

Diametre de differens Ajutoirs. — Dépenſe d'Eau.

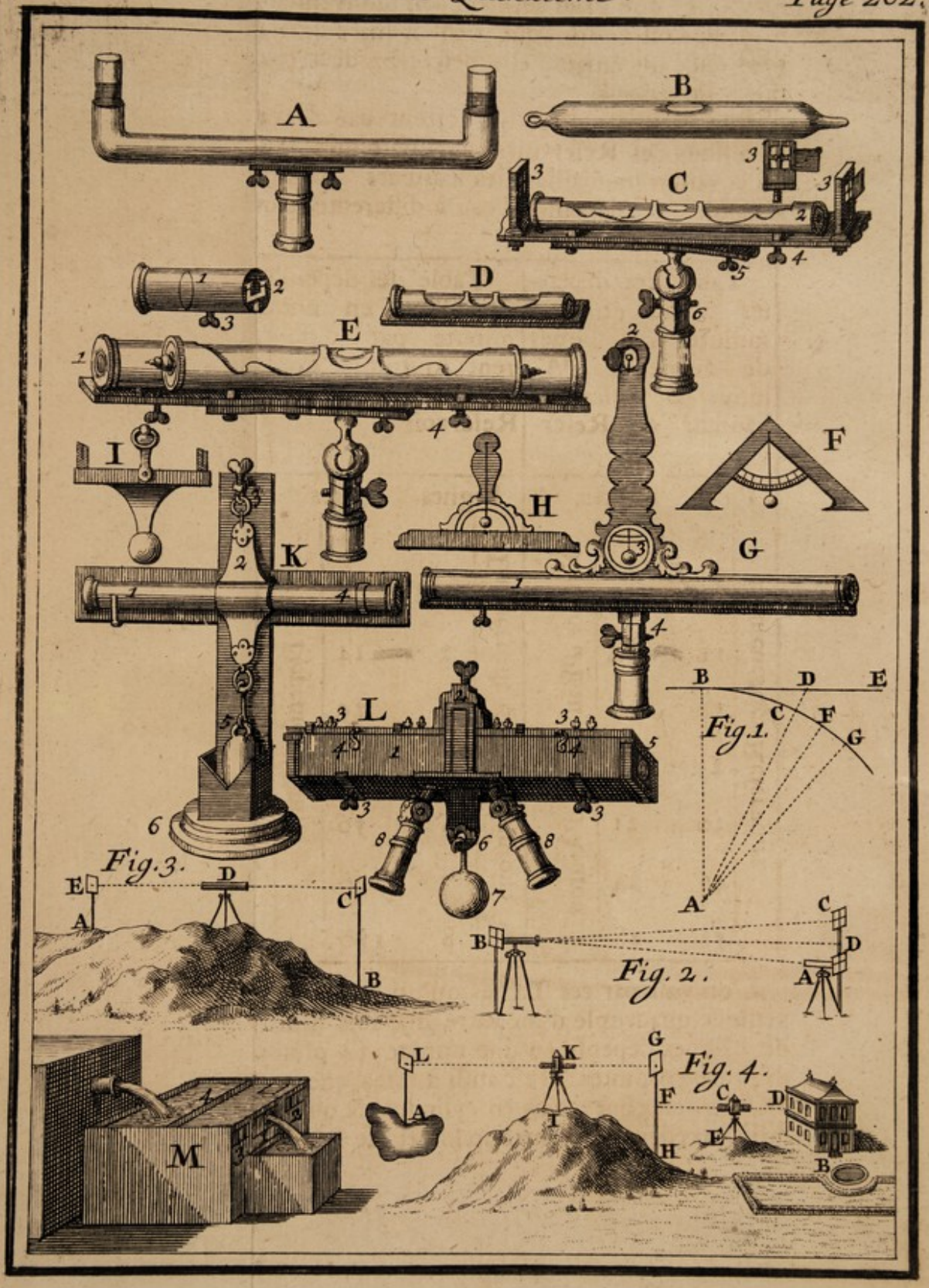
Table des hauteurs des Jets d'Eau aux differentes hauteurs des Reſervoirs.

Pieds.	Pint.	Pouc.
6	5	1
10	10	4
20	21	4
30	33	
40	45	4
50	58	4
60	72	
70	86	4

Hauteurs des Jets d'Eau. — Hauteurs des Reſervoirs.

L'on voit par ces Tables qu'un Ajutoir une fois plus grand, dépenſe le quadruple d'un autre une fois plus petit. Exemple, celui de 3 lignes dépenſe en une minute 14 pintes, & celui de 6 lignes dépenſe 56 pintes. Il eſt auſſi à remarquer qu'il ne faut pas faire les Ajutoirs en cône, mais en cylindre; & qu'il ne faut pas que les conduits excedent de beaucoup le lieu de l'Ajutoir.

CHA-


A
B
C
D
E
F
G
H
I
K
L
M
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.

CHAPITRE IV.

Contenant la Conſtruction & les Uſages des Inſtrumens ſervans à l'Artillerie.

Conſtruction du Compas de calibre.

CEt Inſtrument eſt fait de 2 branches de cuivre, d'environ 6 à 7 pouces de long étant fermé. Chaque branche a 4 lignes de largeur ſur 3 d'épaiſſeur. *XVI. Planche. Frg. A.*

Le mouvement de la tête eſt ſemblable à celui des pieds de Roi; ſes bouts ſont recourbez & garnis d'acier aux extremitez.

Il y a une eſpece de languete attachée à une des branches dont le mouvement eſt comme celui de la tête, pour la hauſſer ou baiſſer, afin que le bout qui doit être mince puiſſe entrer & s'arrêter à des crans que l'on fait dans l'épaiſſeur de l'autre branche. On marque au dedans de cette branche les diametres qui conviennent au poids des boulets de fer en cette façon. Il faut avoir une regle ſur laquelle ſont marquées les diviſions des poids des boulets & du calibre des pieces, dont la méthode ſera expliquée en parlant de l'inſtrument qui ſuit. Ayant donc une regle preparée, on ouvre le compas de calibre, en ſorte que ſes bouts intérieurs conviennent à l'ouverture de chaque point de diviſion qui marque le poids des boulets; alors on fait un cran à chaque ouverture avec une lime triangulaire, afin que le bout de la languete entrant dans chacun de ces crans, arrête l'ouverture à chaque nombre juſte des poids des boulets On les marque ordinairement depuis ½ de livre juſqu'à 48 l. & même ſouvent juſqu'à 64. On trace des lignes ſur la ſurface de cette branche, vis-à-vis des crans, afin de marquer par des chifres le nombre des livres qui leur conviennent.

L'uſage de cet inſtrument eſt facile, car il n'y a qu'à faire paſſer les boulets qu'on veut meſurer, en ſorte que les 2 bouts intérieurs embraſſent juſtement ſon diametre; pour lors la languete étant miſe dans le cran convenable, marquera le poids du boulet.

Il doit toûjours y avoir une certaine proportion dans la largeur des pointes de ce compas, de ſorte que faiſant un angle, comme la figure le montre à chaque ouverture, l'intérieure donne le poids du boulet, & l'extérieure donne le calibre des pieces, c'eſt-à-dire, que portant les bouts extérieurs de ces pointes au diametre de l'embou-

chure d'un canon, la languete étant placée au cran neceſſaire, ſera connoître le poids du boulet qui lui convient. On ſçait aſſez qu'il faut qu'il y ait un peu de jeu autour du boulet dans l'ame du canon, & c'eſt ce qu'on nomme calibre des pieces, qui excede toûjours un peu le calibre des boulets à proportion de ſa groſſeur.

Conſtruction de l'Equerre des Canoniers.

Fig. B. CEtte Equerre ſert à élever ou baiſſer les Canons & Mortiers, ſuivant les lieux où l'on veut les pointer; elle eſt faite de cuivre & a une branche d'environ un pied de longueur, de 8 lignes de largeur & d'une ligne d'épaiſſeur. L'autre branche a 4 pouces de long, de la même largeur & épaiſſeur que l'autre branche. Entre ces 2 branches il y a un quart de cercle diviſé en 90 deg. à commencer du bras le plus court, avec une ſoie chargée d'un plomb & attachée à ſon centre.

L'uſage de cet inſtrument eſt facile, il n'y a qu'à placer la grande branche dans l'embouchure du Canon ou du Mortier & l'élever ou le baiſſer, juſqu'à ce que la ſoie qui porte le plomb coupe le degré neceſſaire pour tirer au lieu propoſé.

On met auſſi le plus ſouvent ſur une des ſurfaces de la grande branche la diviſion des diametres & poids des boulets de fer, auſſi-bien que celle du calibre des pieces.

Pour faire cette diviſion, il faut premierement être fondé ſur une experience ou deux, en examinant avec toute l'exactitude poſſible le diametre d'un boulet, dont on connoiſſe le poids bien juſte. Ayant trouvé, par exemple, qu'un boulet peſant 4 livres, a 3 pouces de diametre, il ſera facile de faire une Table qui contienne les poids & diametres de tels autres boulets qu'on voudra, puiſque par la 18^{me} propoſition du 12^{me} Livre d'Euclide, les boulets ſont entr'eux comme les cubes de leurs diametres, d'où s'enſuit que les diametres ſont entr'eux comme les racines cubiques des nombres qui expriment leurs poids.

Ayant donc connu par l'experience qu'un boulet de fer peſant 4 livres, a 3 pouces de diametre; ſi on veut ſçavoir le diametre d'un boulet de 32 livres, on dira par une regle de proportion, 4 eſt à 32, comme 27 cube de 3 eſt à un 4^{me} nombre, qui ſera 216, dont la racine cubique 6 pouces ſera le diametre d'un boulet de 32 livres.

Ou bien on cherchera la racine cubique de ces 2 nombres 4 & 32, ou plûtôt de 1 & de 8, qui ſont en même proportion, & on trouvera 1 eſt à 2, comme 3 eſt à 6 ce qui revient au même.

Mais

Mais comme tous les nombres n'ont pas des racines juſtes on pourra ſe ſervir de la table des côtez homologues des ſolides ſemblables, rapportée ci-devant au Traité du Compas de Proportion; ſi donc par ce moyen on veut avoir le diametre d'un boulet de 64 l. on formera une regle de 3, dont le premier terme ſera 397, côté du 4.e ſolide; le ſecond ſera 3 pouces ou plûtôt 36 lignes diametre du boulet de 4 l. le 4.me terme ſera 1000, côté du 64.me ſolide; la regle étant achevée on aura 20 lig. & ½ pour le diametre d'un boulet de 64 l. enſuite pour faciliter les operations des autres regles de 3, on prendra toûjours pour premier terme le nombre 1000, pour ſecond 60 lig. ½, & pour le 3.me le nombre qui ſe trouvera dans ladite table vis-à-vis celui qui exprime le poids du boulet: ainſi pout trouver par exemple, le diametre d'un boulet de 24 liv. on dira comme 1000 ſont à 60 lignes ½, ainſi 721. La regle étant faite on trouvera 65 lignes, qui font 5 pouces & 5 lignes; c'eſt par cette méthode qu'on a calculé la Table ſuivante.

Table contenant les Poids & Diametres des Boulets de fer, & des Calibres des Pieces les plus en uſage dans l'Artillerie.

Poids du Boulet.	Pouces.	Lignes.	Calibres des pieces.	Po.	Lignes.
1 quart de liv.	1	2 1 quart.	1 quart de liv.	1	3 0
une demie li.	1	6 0	une demie li.	1	6 3 quarts.
une livre. . .	1	10 5 huitiém.	une livre. . . .	1	11 6 huitiém.
2	2	4 1 demie.	2	2	5 3 quarts.
3	2	8 2 tiers.	3	2	10 0
4	3	0 0	4	3	1 1 quart.
5	3	2 3 quarts.	5	3	4 1 quart.
6	3	5 0	6	3	6 7 huitiém.
7	3	7 1 quart.	7	3	9 1 huitiém.
8	3	9 3 huitiém.	8	3	11 1 huitiém.
9	3	11 0	9	4	1 1 quart.
10	4	0 3 quarts:	10	4	2 3 quarts.
12	4	3 3 quarts.	12	4	5 3 quarts.
16	4	9 0	16	4	11 1 demie.
18	4	11 1 tiers.	18	5	1 2 tiers.
20	5	1 1 demie.	20	5	4 0
24	5	5 0	24	5	8 0
27	5	8 7 huitiém.	27	5	10 2 tiers.
30	5	10 1 demie.	30	6	1 1 tiers.
33	6	0 3 quarts.	33	6	3 1 demie.
36	6	2 3 quarts.	36	6	5 3 quarts.
40	6	5 1 demie.	40	6	8 1 demie.
48	6	10 0	48	7	1 3 quarts.
50	6	11 1 demie.	50	7	2 3 quarts.
64	7	6 3 quarts.	64	7	10 1 quart.

Poids des Boulets. Livres. Pouces. Lignes.

Calibres des pieces. Pouces. Lignes.

Du Compas à pointes courbes.

Fig. C. CE Compas ne differe point pour la conſtruction des autres compas dont nous avons parlé ci-devant, ſinon que l'on démonte les pointes des 2 côtez pour en placer de courbes, qui ſervent à prendre la groſſeur des boulets & à les rapporter ſur la regle de calibre, afin d'en connoître le poids. Mais quand on veut connoître le calibre des pieces, on démonte les pointes courbes pour y en mettre de droites, avec leſquelles on prend les diametres des bouches des canons, & enſuite on les rapporte ſur la ligne du calibre des pieces, qui eſt auſſi marquée ſur la regle, & par ce moyen on connoîtra le poids du boulet convenable à la piece de canon.

Conſtruction de l'Inſtrument à pointer les Canons & les Mortiers.

Fig. D. CEt inſtrument eſt compoſé d'une plaque de cuivre triangulaire d'environ 4 pouces de hauteur, au bas de laquelle eſt une portion de cercle, diviſée en 45 deg. ce nombre étant ſuffiſant pour tirer une piece à toute volée, & donner au boulet la plus longue portée, comme nous expliquerons ci-après. Il y a une piece de cuivre attachée au centre de la portion de cercle avec une vis pour la reſſerrer ou lui donner un mouvement libre ſelon les beſoins.

Cette piece eſt renforcée par le bas pour ſervir de plomb, elle eſt pointuë par le bout, afin de marquer ſur les deg. les differentes elevations des pieces d'Artillerie. Il y a auſſi une eſpece de pied de cuivre qui s'apuie ſur les Mortiers & Canons, en ſorte que tout l'inſtrument ſe tient perpendiculaire quand la piece eſt placée horiſontalement.

Son uſage eſt fort facile, il n'y a qu'à poſer le pied ſur la piece qu'on éleve, de telle ſorte que la pointe du plomb donne ſur le degré convenable, & c'eſt ce qu'on nomme pointer une piece.

Du pied à Niveau pour l'Artillerie.

Fig. E. L'Inſtrument marqué E, eſt nommé pied à Niveau. Nous en avons donné la conſtruction en parlant des pieds & des équerres ; quand on veut s'en ſervir pour l'artillerie, on diviſe la languete qui ſert à le maintenir à angles droits, en 90 d. ou plûtôt en 2 fois 45, dont le commencement ſe compte du milieu. La ſoie qui porte le plomb eſt attachée au centre de cette diviſion. Les 2 bouts des regles de cet inſtrument ſont échancrez, de maniere que le plomb tombe perpendiculairement ſur le milieu de la languete, lorſqu'il eſt poſé de niveau.

Pour s'en ſervir on poſe les deux bouts ſur les pieces d'artillerie, que l'on éleve à la hauteur propoſée, par le moyen du plomb dont la ſoie marque les degrez.

Sur

Sur la ſurface des branches de cette Equerre, qui s'ouvre toute droite comme une regle, on marque les poids & diametres des Boulets, auſſi-bien que les Calibres des pieces, comme nous l'avons expliqué en parlant de l'Equerre des Canoniers, pour s'en ſervir de même.

L'Inſtrument marqué F, eſt encore pour pointer les Canons & les Mortiers. Il eſt à peu près ſemblable à celui marqué D, excepté que la piece où eſt la diviſion des degrez, eſt mobile par le moyen d'un clou rond, c'eſt-à-dire, qu'elle s'ouvre en portion de cercle & s'ajuſte au long de l'autre branche, afin que l'inſtrument tienne moins de place & ſe mette plus facilement dans un étui. Sa figure fait aſſez connoître ſa conſtruction, & ſes uſages ſont les mêmes que ceux des precedens Inſtrumens. Fig. F.

Explication ſur l'effet du Mortier & du Canon.

LA figure G repreſente un Mortier ſur ſon affût, élevé & diſpoſé pour jetter une Bombe dans une Citadelle; & la ligne courbe repreſente la trace que fait en l'air la Bombe depuis la ſortie du Mortier juſqu'à ſa chûte. Cette courbe eſt ſelon les Géometres, une ligne parabolique, parce que les proprietez de la parabole lui conviennent. Car le mouvement de cette Bombe eſt compoſé de 2 mouvemens, dont l'un eſt égal & uniforme, qui lui vient du feu de la poudre, qui l'a pouſſée, & l'autre eſt uniformément acceleré, qui lui eſt communiqué par ſa propre peſanteur. Il naît de la compoſition de ces 2 mouvemens la même proportion qui ſe rencontre entre les portions de l'axe & les ordonnées de la parabole, comme l'a très-bien démontré M. Blondel dans ſon Livre intitulé: l'*Art de jetter les Bombes*. Fig. G.

Maltus Ingenieur Anglois a été le premier qui a mis les Bombes en uſage en France l'an 1634. Toute ſa ſcience étoit purement d'experience; il ne connoiſſoit point la nature de la ligne courbe qu'elles décrivent dans l'air par leur paſſage, ni la diſtance de leurs portées, ſuivant les differentes élevations du Mortier, qu'il ne pointoit qu'en tâtonnant, ou pour mieux dire, par l'eſtime qu'il faiſoit de l'éloignement du lieu où il vouloit jetter la Bombe, ſuivant lequel il lui donnoit plus ou moins d'élevation, prenant garde ſi les premiers coups étoient juſtes ou non, afin de baiſſer ſon Mortier ſi ſa portée étoit trop courte, ou le hauſſer ſi elle alloit au-delà de ſon but, ſe ſervant à cet effet d'une Equerre avec ſon plomb à peu près comme celle dont nous avons parlé ci-devant.

La plûpart des Officiers qui ont ſervi depuis aux Batteries des Bombes, ſont des Eleves de Maltus. Ils ſçavent à peu près par experience l'élevation qu'on doit donner au Mortier pour le faire porter à la diſtance qu'ils ſouhaitent, & ont ſoin d'augmenter ou de diminuer

nuer cette élevation à proportion que la Bombe ſe trouve plus ou moins éloignée ou en deçà ou en delà du but.

Il y a cependant des regles certaines fondées ſur la Géométrie, pour connnoître la differente étenduë des portées, non ſeulement des Bombes, mais auſſi du Canon en toutes ſortes d'élevations. Car la ligne tracée en l'air par le Boulet ſorti du Canon eſt auſſi parabolique en toutes ſortes de projections, non ſeulement obliques, mais même horiſontales, comme le montre la figure H.

Le boulet au ſortir de la piece ne va jamais droit au but vers lequel elle eſt pointée, mais il ſe détourne de la ligne de direction en montant dès le moment qu'il ſort de la bouche, parce que les grains
Fig. H. de poudre qui ſont les plus proches de la Culaſſe, s'allumans les premiers, pouſſent par leur mouvement précipité, non ſeulement le boulet, mais même les autres grains de la poudre qui ſuivent le boulet au long du fond de l'ame, où s'allumans l'un après l'autre, ils frapent quaſi tous les boulets vers le deſſous, qui n'étant pas de calibre, à cauſe du jeu qu'il doit néceſſairement avoir dans la piece, eſt élevé inſenſiblement vers le bord ſupérieur de la bouche, contre lequel ils frotent tellement en ſortant, qu'aux pieces qui ont beaucoup ſervi, & dont le métal eſt doux, l'on remarque un canal conſiderable que le boulet en ſortant y a creuſé peu à peu par ce frotement. Ainſi le boulet ſortant du Canon, comme par le point E, s'éleve en s'écartant juſqu'au ſommet de la parabole, comme au point G, après quoi il deſcend par un mouvement mixte comme vers B.

Les coups tirez à l'élevation du 44 deg. ont les plus longues portées, & c'eſt ce que les Canoniers appellent tirer à toute volée, & les coups tirez ſous l'élevation des points également éloignez de 45 d. ont des portées égales; c'eſt-à-dire, qu'une piece de Canon ou un Mortier pointé au 40^{me} degré, chaſſe juſtement auſſi loin que s'il étoit pointé à 50 deg. & au 30 autant qu'au 60, & ainſi des au-
Fig. I. tres, comme il paroît par la figure I, au bas de la planche 16.

Le premier qui a bien raiſonné ſur cette matiere, eſt Galilée, premier & principal Ingenieur du Grand Duc de Toſcane, & après lui Toricelli ſon ſucceſſeur.

Ils ont expliqué, que pour connoître 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 de Canon ou le Mortier, ſous un angle bien connu, & meſurant l'étenduë de la portée avec toute la préciſion poſſible, car d'une ſeule experience ſûre & fidele, on vient

à la

à la connoiſſance de tous les autres effets par la méthode ſuivante.

Pour ſçavoir l'étenduë 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 été faite, eſt au Sinus du double de l'angle de l'élévation propoſée, ainſi l'étenduë de la portée connuë par l'experience ſoit à une autre.

Comme ſi ayant fait l'experience de vôtre piece élevée de 30 deg. vous avez trouvé qu'elle ait chaſſé préciſément à la longueur de mille toiſes, pour ſçavoir quelle ſera la portée de la même piece avec la même charge, lorſqu'elle ſera élevée à l'angle de 45 deg. il faut prendre le Sinus de 60 deg. double de 30, qui eſt 8660, & en faire le premier terme d'une regle de 3, dont le ſecond ſera le Sinus de 60 deg. double de 45, que l'on propoſe, qui eſt 10000; le troiſiéme terme doit être le nombre des meſures de l'experience qui eſt ici mille toiſes, le quatriéme terme de la regle ſe trouvera 1155 toiſes pour la portée de la piece élevée de 35 degrez.

Que ſi l'angle de l'élevation propoſée eſt plus grand que 45 d. il ne faut pas le doubler pour avoir le Sinus que la regle demande; mais il faut en ſa place prendre le Sinus du double de ſon complément à l'angle droit, comme ſi l'on propoſe l'élevation de la piece à l'angle de 50 deg. il faut prendre le Sinus de 80 deg. double de 40, qui fait le complément à l'angle droit du propoſé de 50 deg.

Mais ſi l'on vous propoſe une étenduë déterminée à laquelle on veut que la piece chaſſe, pourvû que cette étenduë ne ſoit pas plus grande que celle de l'élevation de 35 deg. pour trouver l'angle de l'élevation qu'il faut donner à la piece pour qu'elle faſſe l'effet propoſé, comme ſi l'on veut que le Canon ou le Mortier porte à la diſtance de 800 toiſes, ou telle autre meſure qu'il vous plaira, il faut que l'étenduë trouvée par l'experience, comme par exemple 1000 t. ſoit le premier terme de la regle de 3; la portée propoſée de 800 t. le 2, & que le 3me terme ſoit 8660 Sinus de 60 deg. double de 30, ſuppoſé l'experience. La regle étant faite on trouvera pour 4 terme 6928, qui eſt le Sinus de 43 d. 52 m. dont la moitié 21 d. 56 m. eſt l'angle de l'élevation qu'il faut donner à la piece, pour faire l'effet propoſé; & ſi vous ôtez le 21 d. 56 min. de 90 d. vous aurez l'angle de complément 68 d. 4 m. que vous pourrez prendre pour l'élevation de vôtre piece, car elle chaſſera également loin, l'élevant de 21 d. 56 m. ou à celui de ſon complément 68 deg. 4 min.

Pour plus grande facilité, & pour ôter l'embarras de chercher les Sinus du double des angles des élevations propoſées, Galilée &

Torricelli ont fait la Table ſuivante, dans laquelle on voit tout d'un coup les Sinus des angles que l'on cherche.

Table des Sinus ſervans au jet des Bombes.

Degrez.	Degrez.	Portées.	Degrez.	Degrez.	Portées.
90	0	0	0	0	0
89	1	349	66	24	7431
88	2	698	65	25	7660
87	3	1045	64	26	7880
86	4	1392	63	27	8090
85	5	1736	62	28	8290
84	6	1709	61	29	8480
83	7	2419	60	30	8660
82	8	2556	59	31	8829
81	9	3090	58	32	8988
80	10	3420	57	33	9135
79	11	3745	56	34	9272
78	12	4067	55	35	9397
77	13	4384	54	36	9511
76	14	4695	53	37	9613
75	15	5000	52	38	9703
74	16	5299	51	39	9781
73	17	5592	50	40	9848
72	18	5870	49	41	9903
71	19	6157	48	42	9945
70	20	6428	47	43	9976
69	21	6691	46	44	9994
68	22	6947	45	45	10000
67	23	7193			

L'uſage de cette Table eſt facile, il ne faut que ſçavoir faire une regle de 3. Suppoſons, par exemple, qu'on ait reconnu par experience qu'un Mortier élevé de 15 d. chargé de 3 l. de poudre menuë, ait chaſſé une Bombe à 350 t. de diſtance, & que l'on veüille avec la même charge jetter une pareille Bombe à 100 t. plus loin cherchez dans la Table le nombre qui eſt à côté de 15 d. vous trouverez 5000. Formez enſuite cette regle de 3, comme 350 ſont à 450, ainſi 5000 à un 4^{me} nombre, qui ſe trouvera 6428. Cherchez ce nombre ou le plus approchant dans la Table, vous le trouverez à côté de 20 & de 70, qui ſignifie, qu'élevant vôtre Mortier à 20 deg. ou à 70, il fera l'effet propoſé, & ainſi des autres.

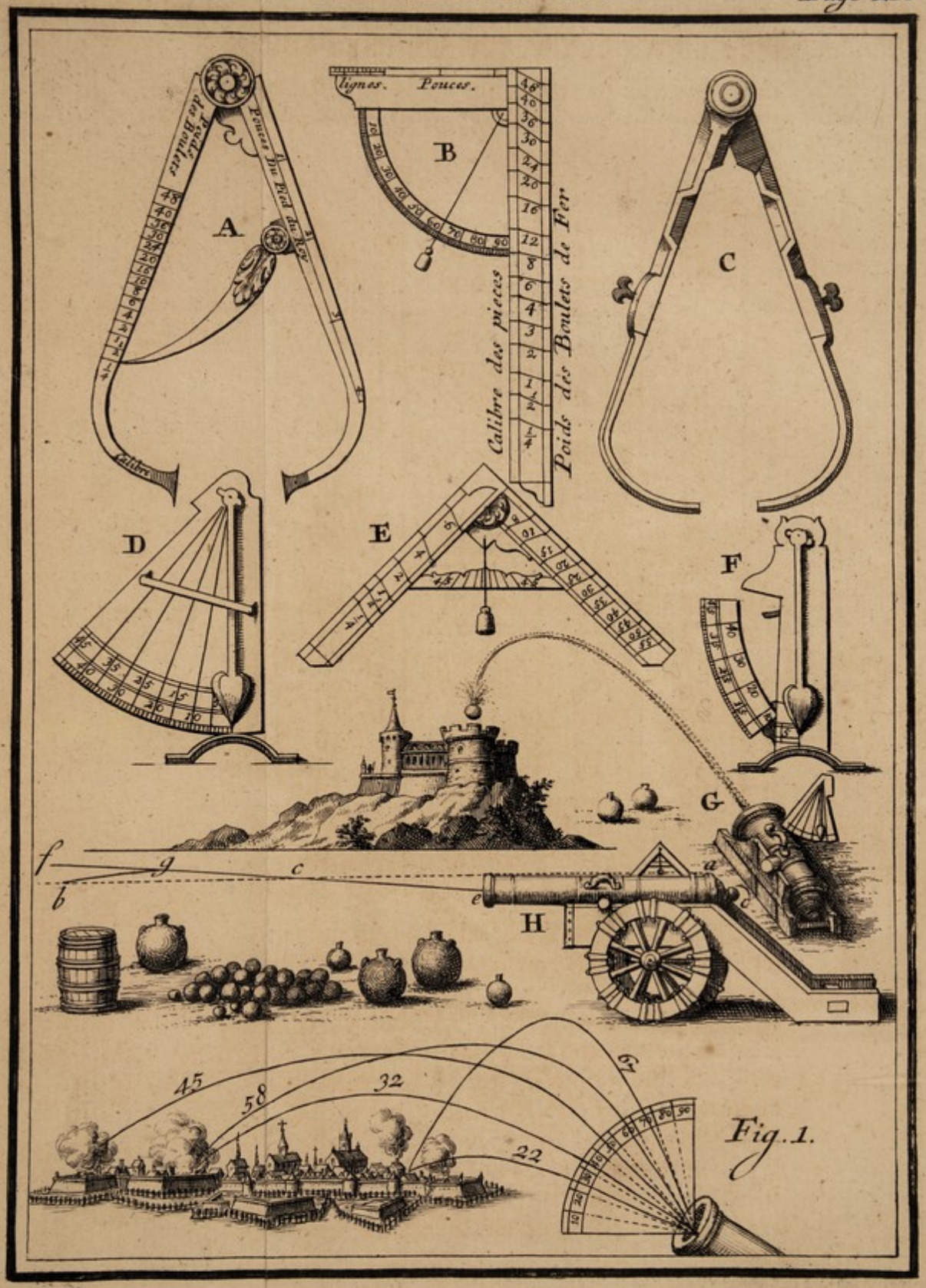

A
B
C
D
E
F
G
H
lignes. Pouces.
Calibre des pieces
Poids des Boulets de Fer
Pouces du Pied du Roy
Poids des Boulets
Calibre
a
b
c
d
e
f
g
45
58
32
67
22

Fig. 1.

DE LA CONSTRUCTION ET DES USAGES DES INSTRUMENS QUI SERVENT A L'ASTRONOMIE,

Tirez des Tables Aſtronomiques de M. de la Hire, & des Obſervations de l'Academie Roïale des Sciences.

LIVRE SIXIÉME.

CHAPITRE PREMIER.

De la Conſtruction & des Uſages du Quart de cercle Aſtronomique.

LE Quart de cercle, dont les Aſtronomes ſe ſervent dans leurs Obſervations, a pour l'ordinaire 3 pieds ou 3 pieds & demi de raïon meſure de Paris, pour qu'il puiſſe être facilement manié & tranſporté ; ſon bord eſt diviſé en degrez & minutes, afin que les obſervations ſe puiſſent faire avec exactitude. *XVII. Planche. Fig. 1.*

Cet inſtrument eſt compoſé de pluſieurs regles de cuivre ou de fer bien écroüi au marteau & de mediocre épaiſſeur, dont la largeur doit être parallele à ſon plan. Il y a de plus d'autres regles de fer ou de cuivre tellement ajuſtées & jointes derriere les premieres, que leur largeur ſoit perpendiculaire au plan du quart de cercle. Ces regles ſont jointes enſemble par de petites oreilles & des vis, par le

moyen deſquelles ſe fait tout l'aſſemblage de cet Inſtrument qui doit être bien droit en tout ſens, ferme & de mediocre peſanteur. Le derriere du bord doit être renforcé d'une regle courbe, auſſi de même métal. On ajoûte au centre une lame circulaire épaiſſe & ſolide, pour ſervir aux uſages que nous expoſerons ci-après. Le bord & la lame du centre ſont un peu élevez au-deſſus du plan de l'inſtrument & ſont recouverts de lames de cuivre bien polies. Sur toutes choſes il faut avoir grand ſoin en cette conſtruction que la lame du centre & le bord circulaire ſoient exactement en une même ſurface plane.

La lame de fer circulaire qui eſt au centre & qui eſt recouverte d'une autre de cuivre, doit avoir en ſon milieu un trou rond, dont le diametre ſoit en viron d'un tiers de pouce.

Dans ce trou on met un Cylindre de cuivre bien tourné, lequel s'éleve tant ſoit peu au-deſſus de ladite lame centrale.

Fig. 2. Ce Cylindre eſt repreſenté en la figure 2; au centre de la baſe dudit Cylindre on ajuſte la pointe d'une éguille très-deliée, dont la longueur eſt inſerée dans un petit canal demi-circulaire, & y eſt retenuë par le moyen d'un petit reſſort, qui la preſſant la tient le long de ce canal, afin que quand on ôtera l'éguille & qu'on voudra la reméttre, elle ſe place juſte dans le petit trou qui eſt au centre dudit Cylindre; ce trou ne doit être que de la groſſeur d'uu cheveu, mais il doit être un peu profond, afin que la pointe de l'éguille entre aſſez, pour qu'elle ne s'échape pas par les ſecouſſes qu'on pourra donner au quart de cercle: à la pointe de l'éguille eſt ſuſpendu un cheveu, par le moyen d'un anneau fait du cheveu même, aſſez ample, de crainte que le nœud de l'anneau ne rencontre la lame du centre, & que ſon mouvement n'en ſoit détourné. Il faut remarquer que la baſe du Cylindre central A, repreſenté en cette figure, doit être un peu convexe, afin qne l'anneau du cheveu ſuſpendu à la pointe de l'éguille ne joigne point ladite baſe ailleurs qu'en ſon centre, ayant attaché au bout du cheveu un poids de plomb d'environ demie once.

La conſtruction de ce Cylindre central doit être de telle maniere que l'on puiſſe l'ôter & le conſerver quand il ſera beſoin, pour mettre en ſa place un autre Cylindre central de même groſſeur, mais un peu plus long, lequel ſurpaſſant la lame du centre ſoûtienne la regle de l'inſtrument, telle que nous la décrirons ci-après.

On ajoûte de plus à la lame centrale de cuivre qui eſt ſur celle de fer un anneau plan A, tournant autour du centre, lequel ne ren-

con-

contre pourtant pas le Cylindre central ; de telle ſorte que la ſurface extérieure ne ſurpaſſe point la ſurface de ladite lame de cuivre. On attache à cet anneau, par le moyen de deux vis, un tuïau applati tout le long de la partie qui joint le plan de l'inſtrument, auquel il s'ajuſte de telle ſorte, que ſon côté applati étant plus enfoncé que le plan du bord & de la lame centrale de cuivre, le mouvement du fil avec ſon plomb pendant du centre, ſoit toûjours libre & ſe puiſſe mouvoir de toutes parts avec ledit tuïau qui ſert pour le garantir de toute agitation de l'air.

On voit cette piece par derriere à l'endroit marqué M. de la figure 3, On met auſſi une glace à ladite piece, vis-à-vis du limbe du Quart de cercle, afin de voir ſur quel point de diviſion paſſe le cheveu où eſt attaché le plomb. Au-deſſous & aux environs du centre de gravité de toute cette machine, on attache fermement aux regles, par le moyen de 3 ou 4 vis un Cylindre de fer marqué I, au derriere de l'inſtrument, que la figure repreſente tout monté. Fig. 3.

La longueur de ce Cylindre doit être de 8 pouces, & le diametre de ſa baſe d'environ 2 pouces Ce Cylindre étant perpendiculaire au plan du quart de cercle, ſe peut appeller ſon Axe.

Or comme le principal uſage de cet Inſtrument eſt pour prendre les hauteurs des Aſtres, il faut que ſon plan ſe puiſſe facilement placer dans une ſituation verticale ; c'eſt pourquoi on prepare une regle de fer, comme MN, dont l'épaiſſeur ſoit de 3 lignes, la longueur de 8 pouces & la largeur d'un pouce ou environ. D'un côté de cette regle, on ajuſte 2 anneaux de fer marquez Z, ouverts par en haut avec des oreilles, dans leſquelles on paſſe à chacune une vis propre à reſſerrer les anneaux qui par ce moyen font reſſort. La grandeur de ces anneaux eſt à peu près égale à la groſſeur du Cylindre I, ou de l'axe du quart de cercle, & ces anneaux ayant joint l'axe ſe reſſerrent par le moyen des vis, de telle ſorte que l'axe & le quart de cercle qui y eſt attaché, demeure ferme & immobile en quelque ſituation qu'on le mette. Fig. 4.

De l'autre côté de ladite regle MN eſt ſoudé & attaché à angles droits le Cylindre de fer O, dont la longueur & la groſſeur ſont égales au tuïau marqué Q, dont nous allons parler.

Cette partie ſe nomme le genoüil de l'inſtrument. Ce genoüil eſt repreſenté tout monté en la figure 3.

Lorſque l'on veut placer l'inſtrument de maniere que ſon plan ſoit horiſontal, pour ſe ſervir de la regle mobile, dont nous parlerons ci-après, pour prendre les diſtances des Aſtres ou des lieux de la

terre, on fait entrer le Cylindre I dans le tuïau Q, & par ce moyen on tourne facilement le plan du quart de cercle vers telle partie que l'on veut. Cela ſe peut faire auſſi par le moyen d'un double genoüil, pareil à celui que nous venons de décrire, que l'on joint enſemble.

Il nous reſte à marquer la conſtruction du pied ou ſupport de tout l'inſtrument. Il eſt compoſé pour l'ordinaire d'un tuïau de fer, dont la partie ſupérieure ſoit capable de contenir le genoüil ou Cylindre O. La partie inférieure de ce tuïau traverſe le milieu d'une croix de fer, & y eſt attachée par 4 bras ou liens de fer; il y a 4 groſſes vis aux 4 bouts de la croix pour hauſſer ou baiſſer le quart de cercle, & le mettre dans la ſituation convenable. M. de la Hire propoſe un pied triangulaire dans ſes Tables, dont nous allons donner la deſcription.

Il eſt compoſé d'un tuïau de fer ou de cuivre, aſſez ample & Fig. 5. aſſez long pour contenir le Gylindre O. Ledit tuïau eſt attaché avec 2 vis à 3 regles de fer courbées par le haut, leſquelles ſont de l'épaiſſeur convenable pour affermir le pied ou ſupport de l'Inſtrument. Les regles R, S, ſon ajuſtées vers le bas à une double Equerre TXY, & attachées fermement aux 3 regles en deſſous par le moyen d'une clavete. La vis V, qui penetre le milieu du tuïau Q, ſert pour affermir le Cylindre O, comme on le veut.

Lorſque l'on obſerve les hauteurs méridiennes des Aſtres, la regle TY doit être placée dans la ligne méridienne, & des 3 vis TXY, qui ſoûtiennent le poids de tout l'Inſtrument, celle qui eſt en X, ſert à baiſſer le plan de l'inſtrument juſqu'a ce qu'il convienne avec le plan du méridien, à la commodité de l'obſervateur qui eſt aſſis vers X, & les deux autres ſervent a le hauſſer ou baiſſer peu à peu, juſqu'à ce que le fil du plomb marque la hauteur requiſe. Mais il arrive ſouvent qu'en tournant les vis qui ſont en T & en Y, le Quart de cercle ſe détourne de ſa veritable poſition; c'eſt pourquoi ſi le défaut eſt de quelques minutes, on y peut remedier en ſuſpendant au derriere des branches de l'inſtrument un poids mobile, lequel faiſant changer le centre de gravité, fera auſſi changer l'inclinaiſon du quart de cercle, car les regles qui compoſent le pied ne ſont pas entierement exemptes du reſſort. Or plus le lieu de ſuſpenſion du poids ſera proche du pied, moins il aura de force pour faire pancher l'Inſtrument.

La hauteur du pied eſt ordinairement de 4 pieds & demi ou environ, le même uſage ſe fait également avec le pied à 4 branches.

La diviſion du quart de cercle doit être faite avec grand ſoin, afin que les obſervations ſe puiſſent faire exactement. Chaque degré de

la diviſion du bord ſe diviſe en 60 minutes, par le moyen d'onze cercles concentriques, & de 6 lignes droites tranſverſales, comme la figure 6 le marque. Les diſtances tranſverſales ſon égales entr'- Fig. 6.
elles, mais celles des cercles ſont inégales. Néanmoins cette inégalité n'eſt preſque pas ſenſible ſi nous ſuppoſons le raïon du quart de cercle de 3 pieds, & la diſtance entre les 2 cercles extérieurs, d'un pouce. Car ſi nous prenons l'arc AE du cercle extérieur de 10 m. & que l'on tire au centre C du quart de cercle les raïons ADC, EBC, leſquels rencontrent le cercle intérieur aux points D & B, l'arc DB ſera auſſi de 10 minutes: (l'on ſuppoſe ici que la figure 6 eſt poſée ſur le Limbe de l'inſtrument, figure 1.)

Mais ſi on tire les droites tranſverſales AB, LE, leſquelles s'entrecoupent au point F, je dis que F eſt le point milieu de la diviſion par lequel doit paſſer le cercle du milieu, car il y a même raiſon de l'arc AE, à l'arc BD, que l'on peut conſiderer comme lignes droites, que de AF à FB. Or le raïon qui partant du centre C diviſe en 2 parties égales l'angle au centre, compris par les raïons CDA, CBE, rencontrera la tranſverſale AB au même point F: car il eſt évident que CA eſt à CB, comme les diviſions de la baſe AB du triangle rectiligne ACB; mais comme CA eſt à CB, ainſi AE eſt à DB, c'eſt pourquoi AE eſt à DB, comme les diviſions de la baſe AB, faites par le raïon qui diviſe en 2 l'angle ACB, & par couſequent le point F ci-devant trouvé dans la droite tranſverſale AB, ſera le poins milieu de la diviſion.

Or nous avons ſuppoſé que AC eſt à CB, comme 36 pouces ſont à 34; donc AB eſt à AF, comme 71 à 36. C'eſt pourquoi ſi la largeur d'un pouce ou de 12 lignes, qui eſt la meſure ſuppoſée de AB, eſt diviſée en 71 parties égales, la partie AF en aura 36, laquelle ſera plus grande d'un demi ou d'environ un douziéme de ligne, que la moitié de AB, qui n'eſt que 35 & demi. Cette difference n'eſt d'aucune conſequence, & peut ſans aucune erreur ſenſible, ſe negliger dans la diviſion du milieu, & à plus forte raiſon dans les autres, où elle eſt moindre.

On peut, au lieu de faire les tranſverſales en ligne droites, les faire en portion d'un cercle qui paſſeroit par le centre de l'Inſtrument, & par le le premier point & le dernier de la même tranſverſale; alors il n'y auroit qu'à diviſer cette portion de circonference circulaire en 10 parties égales, & l'on auroit les points exacts par où doivent paſſer les onze cercles concentriques.

Il eſt facile de calculer le raïon de ce cercle, & de donner cette figu-

gure à la regle qui ſervira à diviſer l'inſtrument, comme nous avons dit ci-devant, en parlant de la diviſion des cercles & demi-cercles, &c.

Il ſera bon de laiſſer au bas du Limbe, au-deſſous des diviſions, les points qui auront ſervi à faire la diviſion de 10 en 10 min. car cela donnera moyen de reprendre les hauteurs correſpondantes du Soleil le matin & le ſoir, avec beaucoup plus de préciſion qu'on ne peut faire en ſe ſervant des tranſverſales, à cauſe de l'eſtime que l'on évite par là, outre qu'il peut y avoir quelque erreur dans les tranſverſales, qui ne ſera pas dans les points; car il eſt aſſez difficile de faire paſſer des lignes toûjours préciſément par où l'on veut, & il eſt rare que les diviſions répondent toûjours exactement au milieu du point par lequel on avoit eu intention de les faire paſſer; & ſi l'on joignoit au quart de cercle un Micrometre attaché a la lunete fixe de l'Inſtrument, on pourroit ſe paſſer des diviſions par tranſverſales, & les points ſuffiroient, puiſque le Micrometre donneroit, par le moyen d'un fil mobile, l'intervale qu'il y auroit depuis le point le plus proche juſqu'à l'endroit où ſe trouveroit le fil, ſans qu'on fût ſujet à l'eſtime, toûjours incertaine, à cauſe qu'on n'eſt pas toûjours ſûr de l'endroit que coupe préciſément le cheveu ſur la tranſverſale comme ſur le point; il ſuffiroit pour cela que le filet mobile pût hauſſer ou baiſſer au-deſſus & au-deſſous du filet horiſontal fixe de 10 minutes de degrez, ou un peu plus.

M. le Chevalier De Louville, de l'Academie des Sciences, ſe ſert avec ſatisfaction, pour ſes Obſervations, d'un Quart de cercle conſtruit de cette façon.

Il nous faut maintenant parler de lunetes de longue vûë, & par quel moyen on peut trouver le premier point de la diviſion du bord. Je ne crois pas qu'on ait jamais rien inventé de plus induſtrieux & de plus utile en toute l'Aſtronomie pratique; ceux qui ont la vûë baſſe, & les vieillards qui ne peuvent diſtinguer les objets qu'à certaine diſtance, peuvent par le ſecours des lunetes & des fils de ſoie trés-déliez, voir auſſi diſtinctement les objets éloignez, que ceux qui ont la vûë très-fine; ils peuvent auſſi contempler les Aſtres, comme s'ils étoient proches & tres grands, & déſigner leurs vrais lieux. Ces lunetes ont deux verres, dont l'un eſt l'objectif poſé vers l'objet viſible & proche le centre du quart de cercle; l'autre eſt l'oculaire, lequel doit être placé à l'autre bout de la lunete, vers l'œil de l'Obſervateur.

L'objectif eſt une lentille de verre immobile, fermement attachée dans

dans un cadre de fer, lequel eſt arrêté avec des vis autour du centre de l'inſtrument. Du côté de l'oculaire on met deux fils de ſoie ſe rencontrans à angles droits, dans un cadre de fer, auquel on les attache avec de la cire ſur une petite piece de cuivre, de telle ſorte que l'un ſoit perpendiculaire au plan de l'inſtrument, & que l'autre lui ſoit parallele.

Le verre oculaire doit être mis dans un tuïau pour pouvoir l'avancer ou reculer ſuivant les differentes vuës; la diſtance entre la lentille objective & les fils de ſoie, doit, autant que faire ſe peut, être bien égale à la longueur du foyer de ladite lentille. Ces lunetes doivent être diſpoſées de telle ſorte que la ſurface de la lentille de verre comme plane, & le plan dans lequel ſont les fils de ſoie ſoient paralleles & équidiſtans entr'eux & perpendiculaires à la ligne droite, conduite par le centre de la lentille & par le point où ſe croiſent les fils. Ces lunetes s'ajuſtent derriere l'inſtrument, afin que le bord de cuivre diviſé n'en ſoit aucunement embarraſſé.

Entre les cadres qui ſoûtiennent les lunetes, on met un tuïau de cuivre ou de fer, compoſé de deux parties, dont l'une s'enchâſſe dans l'autre, afin que l'on puiſſe facilement l'ôter des cadres par le moyen des viroles qui les tiennent enſemble.

La lentille convexe oculaire doit s'approcher des fils de ſoie ou s'en reculer, ſelon la diverſe conſtitution de l'œil de l'Obſervateur, afin qu'il puiſſe voir diſtinctement l'objet éloigné & les fils de ſoie.

Ce Verre oculaire ſe place dans un petit tuïau mobile, dont la plus grande partie eſt cachée dans un autre tuïau, comme on le voit par la figure 7.

Toutes les fois que l'on veut nettoïer le dedans de la lentille objective ou remettre des fils de ſoie à la place de ceux qui ſe rompent, on détache de ces cadres le tuiau compoſé de lames de cuivre.

Mais la conſtruction de la lunete oculaire ſera bien plus commode ſi au lieu d'un cadre ſimple on ſe ſert d'une petite boëte quarrée, épaiſſe d'environ 4 lignes, dont les 2 côtez oppoſez qui ſont paralleles au bord du quart de cercle ayent une renure ſelon leur longueur, dans laquelle ſe puiſſe mouvoir une petite platine de mediocre épaiſſeur, percée par le milieu d'une ouverture ronde aſſez grande. Fig. 7.

Sur la ſurface de cette platine repreſentée par la figure *a*, on tracera de part & d'autre les deux diametres de ladite ouverture, dont l'un eſt parallele au bord, & l'autre lui eſt perpendiculaire, afin d'y pouvoir appliquer les fils de ſoie & les bien remettre en leur place

toutes les fois qu'on les renouvelle. Cette platine eſt fort utile pour approcher ou reculer les fils de ſoie autant qu'il eſt beſoin ; & quand ils ſeront bien placez on fera tenir avec de la cire ladite platine à la petite boëte, laquelle doit être garnie de ſon couvercle a couliſſe, pour garantir les fils de ſoie de l'injure du tems & de tout autre accident.

Le dedans du tuïau doit être noirci avec de la fumée de réſine, afin de garantir l'œil des raïons trop forts qui partent de l'objet lumineux, & que par ce moyen la viſion en ſoit plus parfaite. La figure 7^me^ fait voir auſſi la conſtruction de la boëte ou porte-filets dans laquelle on peut mettre au lieu des filets de ſoie une petite glace, ſur laquelle on a tracé deux lignes fines à angles droits, telle que nous le verrons en parlant du Micrometre.

La lunete étant preparée & placée dans une ſituation commode, parallele au raïon du quart de cercle, il faut chercher par la méthode qui ſuît, le premier point de la diviſion du bord, lequel ſoit éloigné de 60 deg. de la ligne de foi des lunetes, ou d'une ligne qui lui ſoit parallele, paſſant par le centre dudit quart de cercle. Mais auparavant il nous faut parler de cette ligne de foi, au ſujet de laquelle M. de la Hire dit, qu'il eut autrefois une longue controverſe avec des perſonnes fort celebres & grands Aſtronomes, leſquels prétendoient qu'il étoit impoſſible de trouver une ligne de foi ſtable & conſtante dans ces ſortes de lunetes, ne faiſant pas ſuffiſamment attention aux regles de la Dioptrique.

Il eſt évident par la Dioptrique que tous les raïons, qui partans d'un même point paſſent par une lentille de verre, concourent après leur ſortie tous à un même point, que l'on appelle Foyer, pourvû toutefois que la diſtance du point raïonant à la lentille, ſoit plus grande que le demi-diametre de l'une & l'autre convexité que nous ſuppoſons ici égales ; que de plus entre les raïons qui du point raïonant tombent ſur la ſurface antérieure de la lentille, celui qui concourt avec la ligne droite qui conjoint les centres des convexitez, ne ſouffre aucune refraction à l'entrée non plus qu'à la ſortie de la lentille ; c'eſt pourquoi les points des objets qui ſont dans cette ligne droite, ſe repreſentent dans la même ligne que l'on nomme l'Axe du tuïau optique, & le point de cet Axe qui eſt dans le milieu de l'épaiſſeur de la lentille, s'appelle le centre de ladite lentille.

Si la ligne droite qui paſſe par le centre de la lentille, & par le point où ſe croiſent les fils, convient avec l'Axe dudit tuïau optique, elle ſera la ligne de foi des lunetes, & un objet fort éloigné, po-

poſé dans l'Axe prolongé, paroîtra dans le point même où ſe croiſent les fils ni plus ni moins que dans les alidades communes où l'on prend pour ligne de foi la ligne droite, qui paſſant par les fentes des pinules, eſt conduite juſqu'à l'objet. Mais quoiqu'il n'arrive preſque jamais dans la poſition des lunetes que nous avons établie, que la ligne droite conduite de l'objet au point où ſe croiſent les fils & où ſe repreſente ledit objet, convienne avec l'Axe optique, nous ne laiſſerons pas cependant de trouver cette ligne de foi des lunetes qui s'étend en ligne droite depuis l'objet juſqu'à la repreſentation qui ſe fait au point où ſe croiſent les fils; ce qui ſe démontre par le diſcours ſuivant.

Soit la lentille de verre XV, ſon axe ACB, & ſon centre C; ſoit en outre F, le point où ſe croiſent les fils de ſoie hors de l'Axe ACB. Si du point F, qui par la conſtruction eſt éloigné de la lentille, de la longueur de ſon foyer, quelques raïons paſſent & ſortent juſqu'à la ſurface oppoſée de ladite lentille; ils ſouffriront une refraction à leur entrée dans ladite lentille, & une ſeconde refraction à leur ſortie, après quoi ils ſe continuëront paralleles entr'eux. Or ces raions paralleles entr'eux le ſont auſſi à un des raïons qui du point F tombent dans la lentille, ſçavoir FE, lequel après la premiere refraction au point E, paſſe par le centre C, car après une ſeconde refraction à ſa ſortie, au point D, il ſe continuë de D en O, parallele au même FE, ſuivant la regle de la Dioptrique. Mais tous les raïons briſez apres la ſortie de la lentille ſont comme paralleles entr'eux, s'ils appartiennent à un point O, fort éloigné, c'eſt pourquoi ils ſont auſſi paralleles au raïon FEO, qui de l'objet eſt prolongé directement au point O, & c'eſt cette ligne droite FEO, que nous appellons ligne de foi dans la ſuſdite poſition des lunetes, & elle demeurera toûjours la même, ſi l'on ne change point la ſituation deſdites lunetes, c'eſt-à-dire; que la lentille de verre & lez fils croiſez ſoient en la même poſition & diſtance. L'objet O étant en un des points extrêmes de la droite FEO, ſe preſentera au point F. *XVII. Planche. Fig. 8.*

Il eſt à remarquer que la diſtance entre le raïon principal OD, qui du point O de l'objet tombe ſur la lentille, & ſon raïon briſé EF, eſt toûjours moindre que l'épaiſſeur de ladite lentille DE, laquelle eſt inſenſible & de nulle importance dans la diſtance d'un objet fort éloigné, & que cette diſtance des raïons paralleles OD, OEF, eſt d'autant moindre que la lentille ſera plus directement tournée vers la poſition des fils, comme nous avons averti en la conſtruction.

Toutefois il pourroit ſe faire que le point F ſe rencontreroit dans

l'Axe même ; mais il n'eſt pas beſoin de nous arrêter davantage ſur cette Matiere.

Fig. 2. Il nous faut preſentement expliquer de quelle maniere on peut trouver le premier point de la diviſion du bord du Quart de cercle. Ayant affermi le plan du Quart de cercle en une ſituation verticale, par le moyen du fil & de ſon plomb CD, dirigez la lunete vers un point viſible fort éloigné, poſé proche l'horiſon ſenſible, eu égard au lieu où eſt placée la lunete de l'inſtrument ; ce que l'on pourra premierement connoître en marquant ſur le bord le point B, dans le raïon CB, parallele à l'axe du tuïau, que l'on peut connoître à peu près, & en prenant le point D, éloigné dudit point B, de 90 degrez ; car lorſque le fil du pendule touchera le point D, l'objet qui paroît au point où ſe croiſent les fils de ſoie, ou qui ſe voit par la lunete, ſera proche l'horiſon, car l'horiſon ſenſible doit faire angle droit avec le fil du plomb CD. Mais comme nous ne ſommes point encore certains que la lunete ſoit parfaitement horiſontale & de niveau, on renverſera l'inſtrument en ſorte que le point D ſoit en haut & le centre C en bas ; mais en cette tranſpoſition il faut avoir ſoin que la ligne de foi des lunetes ſoit à la même hauteur qu'elle étoit en la premiere poſition. Ayant derechef dirigé les lunetes vers le point premierement obſervé, en ſorte qu'il paroiſſe au point où ſe croiſent les fils, & ayant ajuſté au centre de l'inſtrument le cylindre ſur lequel le centre C du quart de cercle avoit déja été marqué, on attache le cheveu avec de la cire ſur le bord au point D, qui porte le plomb, & s'il paſſe juſte au centre C, il eſt certain que la ligne de foi des lunetes eſt exactement de niveau & dans l'horiſon ſenſible avec l'objet viſible. Car cette ligne de foi demeurant la même dans l'une & l'autre ſituation du quart de cercle & prolongée avec la verticale CD, le point D ſera le commencement de la diviſion du bord, étant dans la ligne verticale & ſous le Zénit à l'égard de la ligne de foi de la lunete ou d'une autre ligne qui lui eſt parallele, avec leſquelles la verticale DC, fait angles droits.

Mais ſi après avoir renverſé l'inſtrument, le cheveu du plomb ſuſpendu du point D ne rencontre pas préciſément le centre C, il faudra mouvoir le fil ou le cheveu juſqu'à ce qu'il paſſe par ledit centre C, ſans changer aucunement la ſituation du quart de cercle, ni des lunetes qui doivent toûjours, comme auparavant, être dreſſées vers l'objet ; pour lors on marquera dans l'arc de cercle D E, décrit du centre C, paſſant par le point D, le point E qui ſe trouve ſous le fil.

Je

Je dis que ſi l'on diviſe en deux parties égales l'arc D E au point O, ce même point O ſera le premier point de la diviſion & que le raïon C O fera un angle droit avec la ligne de foi des lunetes. Cette operation eſt claire par elle-même, car la ligne de foi, ou le raïon C B qui lui eſt parallele, ne changeant point en l'une & en l'autre poſition du quart de cercle, ſi l'angle BCD en la ſituation naturelle de l'inſtrument eſt plus grand qu'un droit, c'eſt-à-dire, ſi le point de l'objet miré eſt au-deſſous de l'horiſon, il eſt évident que la verticale C D prolongée, correſpendante au fil du plomb, fait avec la ligne de foi un angle plus petit qu'un droit, à ſçavoir, le ſupplement de l'angle B C D qui eſt égal à l'angle B C E; c'eſt pourquoi l'angle PCO, qui eſt moyen entre le plus grand & le plus petit qu'un droit, lequel eſt fait par le raïon CO, & la ligne de foi, ſera droit, ce qu'il falloit démontrer.

On pourra encore avoir le premier point de diviſion en connoiſſant un point parfaitement de niveau avec vôtre œil, & plaçant la lunete dans ce point, l'endroit où tombera le cheveu ſera le premier point de diviſion.

On peut faire la preuve de cette operation, ſi le fil du plomb paſſant par le point O, l'objet fort éloigné paroît au point où ſe croiſent les fils. Car ayant renverſé l'inſtrument, & la lunete étant toûjours dirigée vers le même objet, le fil du plomb paſſera par les points O & C, autrement il y aura de l'erreur dans les Obſervations.

Etant bien aſſuré du premier point de la diviſion, on tracera du centre C deux portions de cercle à 1 pouce de diſtance l'une de l'autre pour renfermer les diviſions. On ſe ſervira pour cela d'un Compas à couliſſe, dont les pointes ſoient bien fines, & dont celle du bout puiſſe avancer ou reculer petit à petit par le moyen d'une vis & d'un écrou qui eſt ajuſté au bout de la branche du Compas; enſuite du point O, premier point de diviſion, & de la même ouverture d'un de ces arcs, on marquera une ſection, puis on diviſera cette diſtance en deux juſte, que l'on tranſportera au-delà de la ſection qui donnera le point B, & qui diviſera le quart de cercle en trois également, qui vaudront chacun 30 degrez.

Ces diſtances ſeront encore partagées en 3, puis en 2; enfin chacune de ces parties ſera diviſée en 5, & le quart de cercle ſera diviſé en 90 deg. on diviſera enſuite chaque dégré en ſix parties égales, qui vaudront dix minutes.

Les circonferences intérieure & extérieure étant très-parfaitement diviſées de la maniere que nous venons de dire, on tracera des

lignes très-fines en tranſverſales, c'eſt-à-dire, du premier point de diviſion de l'arc d'en haut, & du ſecond d'en bas, & ainſi de ſuite de diviſions en diviſions, telle que la figure 6 le montre; puis on partagera la diſtance des 2 arcs de cercles en 10 également, & du centre C on tracera par ces points de diviſions 9 arcs de cercles, qui partageront les tranſverſales en 10, & par ce moyen le quart de cercle ſe trouvera diviſé de minute en minute. Il faut bien prendre garde ſur toute choſe, que les diviſions ſoient bien égales. Il faut ſe ſervir pour cela de bons Compas bien fins, & tracer les lignes & les cercles bien délicatement; & pour les petites diviſions, on doit avoir de petits Compas à reſſort, dont les pointes ne ſoient pas plus groſſes qu'une éguille, & un bon trace-ligne.

Outre les 90 deg. du quart de cercle, on continuë pour certains uſages la diviſion d'environ 5 deg. au-delà du point O.

Toutes les fois que l'on tranſportera cet inſtrument par chariots ou ſur des chevaux, il faudra le rectifier de crainte que les lunetes ne ſoient ébranlées, ce qui arrive ſouvent aux fils de ſoie, encore bien même que l'inſtrument ne change pas de place, principalement lorſque le Soleil échaufe le tuïau de la lunete; car pour lors les fils ſe bandent, & puis à l'abſence du Soleil ils ſe relâchent & diviennent crêpus, ainſi ils ne ſont plus propres à faire des obſervations. On peut néanmoins ſe paſſer de faire la preuve de la lunete, lorſque l'on croira qu'il ne ſera arrivé aucun changement aux fils de ſoie, puiſque le verre objectif demeure immobile & toûjours le même, & que la courbure des fils cauſée de tems en tems par l'humidité de l'air, ſe rétablit le plus ſouvent au premier beau tems.

Il faut remarquer que ſi l'on remet de nouvelles lunetes à un inſtrument déja diviſé, il ſera très-difficile de les faire convenir avec la diviſion; c'eſt pourquoi en ayant fait l'épreuve, comme nous avons dit ci-devant, on connoîtra de combien les lunetes font l'angle plus petit ou plus grand qu'un droit avec le raion qui paſſe par le premier point de la diviſion, & il faudra avoir égard à cette difference en toutes les obſervations; car ſi cet angle eſt plus grand qu'un droit, toutes les hauteurs obſervées ſeront plus grandes que les veritables de la quantité de cette difference; & au contraire ſi cet angle eſt plus petit qu'un droit, les veritables hauteurs ſeront plus grandes que les obſervées; cependant on pourroit placer les fils de ſoie de telle maniere que la ligne de foi des lunetes feroit un angle droit avec le raïon qui paſſe par le premier point de la diviſion, en appliquant les fils ſur une platine mobile, comme nous avons dit en la conſtruction.

ction. Mais comme dans les voïages il faut ſouvent faire la preuve de cet inſtrument, & que la ſuſdite méthode eſt ſujete à beaucoup d'incommoditez, tant parce qu'il eſt difficile de renverſer l'inſtrument de maniere que le tuïau de la lunete reſte à même hauteur, qu'à cauſe des differentes refractions de l'Atmoſphere autour de l'horiſon à differentes heures du jour comme auſſi pour l'agitation & l'ondulation de l'air, & autres choſes ſemblables, nous ajoûtons ici deux autres méthodes propres à rectifier ces ſortes d'inſtrumens, afin que chacun puiſſe choiſir celle qui lui paroîtra plus commode ſelon les tems & les lieux.

Seconde méthode pour éprouver la poſition des Lunetes de longue vûë.

POur cette operation nous choiſiſſons un lieu d'où l'on puiſſe voir diſtinctement un objet éloigné du moins de mille toiſes, & dont l'élevation ſur l'horiſon ne ſurpaſſe point le nombre des degrez que l'on marque ſur le bord au-delà du commencement de la diviſion. Ayant donc obſervé la hauteur de cet objet telle qu'elle paroît par les degrez du bord, on mettra devant le quart de cercle, & le plus près qu'il ſe pourra, un vaſe de large embouchure, qu'on remplira entierement d'eau juſqu'au ſommet des bords, le plus à comble que faire ſe pourra. Enſuite il faut hauſſer ou baiſſer le vaſe juſqu'à ce que par la lunete on voïe ledit objet ſur la ſurface de l'eau comme dans un miroir, ce qui ne ſera pas difficile, pourvû que la ſurface de l'eau ne ſoit pas troublée par l'agitation de l'air; nous aurons donc l'abaiſſement de cet objet par reflexion, & on le verra dans la ſituation droite, car nous nous ſervons de lunetes compoſées de deux lentilles de verre convexe qui repreſentent les objets renverſez; mais par la reflexion, un objet renverſé ſe renverſe encore une fois; c'eſt pourquoi il paroît droit.

Il faut remarquer cependant que l'abaiſſement de l'objet peut quelquefois ſe voir ſur les degrez du bord comme la hauteur, ce qui arrivera ſi l'angle fait de la ligne de foi & du raïon qui paſſe par le premier point de la diviſion eſt plus grand qu'un droit, & au contraire, en d'autres cas la hauteur paroîtra comme l'abaiſſement, ſi l'angle de la ligne de foi avec le raïon qui paſſe par le premier point de la diviſion eſt plus petit qu'un droit. Mais en tous les cas, ſans avoir égard à l'élevation ou l'abaiſſement marqué ſur le bord, le point milieu marqué exactement entre les deux obſervations, ſera vertical & répondra au Zénith, par rapport à la ligne de foi des lunetes.

Ayant

Ayant donc trouvé l'erreur de l'inſtrument, c'eſt-à-dire, la difference entre le premier point de la diviſion marqué ſur le bord & le point qui répond au Zénith, on tachera de remettre les fils de ſoie en leur vraie poſition, ſi cela ſe peut faire commodément, ſinon il faudra avoir égard à l'erreur que l'on a reconnu en toutes les obſervations, ſoit d'élevation, ſoit d'abaiſſement.

Mais il faut remarquer que ſi l'objet eſt proche & élevé ſur l'horiſon de pluſieurs minutes, il faudra trouver la veritable erreur de l'inſtrument, par le calcul en la maniere ſuivante.

Dans un triangle dont un côté ſoit la diſtance connuë entre le lieu de l'obſervation & l'objet, l'autre côté ſoit la diſtance entre le point milieu de la longueur de la lunete, & le point de la ſurface de l'eau où elle eſt rencontrée par le raïon refléchi avec l'angle compris de ces deux côtez, à ſçavoir l'angle ou l'arc compris entre les obſervations de l'élevation & de l'abaiſſement de l'objet, on trouvera par le calcul l'angle oppoſé au plus petit côté; de la quantité de cet angle, il faut diminuer l'arc entre les obſervations du côté du quart de cercle prolongé, & le point milieu de l'arc reſtant ſera le vrai commencement de la diviſion.

Ainſi on peut trouver la diſtance entre le point milieu du tuïau de la lunete & le point de la ſurface de l'eau rencontrée par le raïon refléchi, par le moyen d'une regle ou d'un fil tendu & prolongé depuis ledit tuïau juſqu'à la ſurface de l'eau.

Troiſiéme Méthode.

CEtte operation eſt ſimple, mais les obſervations ne ſont pas faciles à faire. Nous ſuppoſons en cette méthode, comme en la precedente, qu'il y a ſur le bord du quart de cercle quelques degrez marquez & diviſez au-delà du point de 90 de hauteur, qui répond au Zénith. Nous obſervons pendant une belle nuit, le tems étant ſerein & ttanquille, la hauteur méridiene de quelque étoile qui approche de nôtre Zénith, ayant tourné vers l'Orient la face diviſée du bord de l'inſtrument. La nuit ſuivante, ou peu de tems après, nous obſervons ſemblablement la hauteur méridiene de la même étoile, mais la face diviſée du bord étant tournée vers l'Occident: je dis que le point milieu de l'arc entre les obſervations eſt le point de 90 deg. c'eſt-à-dire, par où paſſe le raïon parallele de la ligne de foi de la lunete.

Cette troiſiéme méthode eſt fort utile pour prouver la poſition des lunetes, que l'on ajuſte non ſeulement aux quarts de cercle, mais

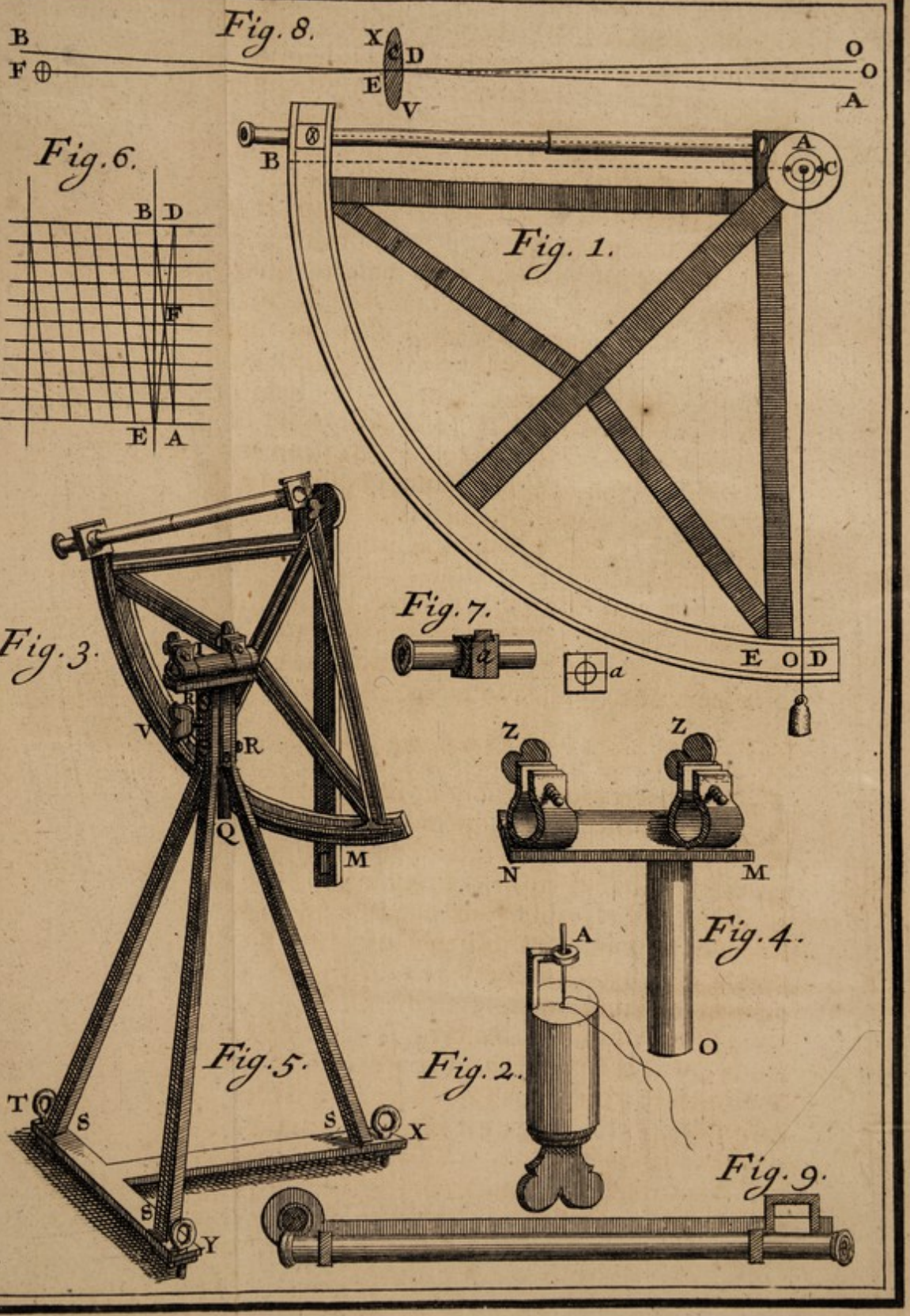


Fig. 8.
B
F
X
C
D
E
V
O
O
A
Fig. 6.
B D
F
E A
Fig. 1.
A
C
B
E O D
Fig. 7.
a
a
Fig. 3.
V
R
Q
M
Z
Z
N
M
Fig. 4.
A
O
Fig. 5.
T
S
S
X
S
Y
Fig. 2.
Fig. 9.

mais principalement aux inſtrumens qui contiennent la huitiéme ou ſixiéme partie, ou toute autre portion de cercle ; car par ſon moyen on connoîtra auquel des raions de l'inſtrument ſera parallele la ligne de foi deſdites lunetes.

Nous parlerons ci-après de la maniere d'obſerver les Aſtres dans le méridien, ou la médiation du Ciel, & de la maniere d'obſerver les étoiles avec les lunetes de longue vûë.

De la Regle mobile du Quart de cercle.

IL ne nous reſte plus qu'à parler de la conſtruction & uſage de la regle du Quart de cercle. Cette regle n'eſt autre choſe qu'une alidade mobile avec une lunete qui fait le même effet que les alidades des autres inſtrumens pour faire tel angle que l'on veut avec la lunete immobile & attachée au Quart de cercle. On l'appelle Regle, parce que la principale partie eſt une regle de fer ou de cuivre percée par un bout, & tellement ajuſtée au Cylindre central, dont nous avons parlé ci-devant, qu'elle ne peut ſe mouvoir que d'un mouvement circulaire. Fig. 9.

Sur cette Regle on attache deux cadres de fer ou de cuivre ; dans le cadre qui eſt vers le centre de l'inſtrument on met la lentille objective, & dans l'autre l'oculaire avec les fils de ſoie qui ſe croiſent, leſquels compoſent enſemble une lunete de longue vûë, ſemblable en toutes ſes parties à l'autre lunete, dont nous avons ci-devant parlé, laquelle eſt attachée au Quart de cercle.

A l'extremité de la regle qui joint le bord du Quart de cercle on fera une petite fenêtre de la grandeur environ d'un degré, comme ils ſont marquez en la diviſion du bord. On met à cette petite ouverture un cheveu tendu, lequel paſſant par le milieu eſt coutinué au centre du Quart de cercle.

Mais comme dans l'uſage de cette Regle un cheveu eſt ſujet aux diverſes inconſtances de l'air, nous mettrons à ſa place une lame de corne bien claire, ou un verre blanc & uni, ajuſté dans un petit chaſſis. Sur ſa ſurface qui regarde le bord de l'inſtrument nous y traçons une ligne droite, laquelle ſera dirigée au contre de l'inſtrument. On fera tenir ce chaſſis à la petite fenêtre qui eſt au bas de la Regle, par le moyen de quelques vis.

Avant que d'en venir à l'uſage, il faut éprouver la lunete, afin de connoître ſi celle qui eſt immobile & attachée à l'inſtrument convient avec celle qui eſt mobile. Pour cet effet ayant placé horiſontalement le plan de l'inſtrument, & ayant dirigé la lunete immo-

bile vers un point de quelque objet viſible, éloigné au moins de 500 toiſes, on tournera la regle juſqu'à ce que l'on apperçoive le même objet par la lunete de ladite regle mobile, ou du moins qu'il paroiſſe dans le fil de ſoie perpendiculaire au plan du quart de cercle: car il importe peu que l'objet ſoit au point où ſe croiſent les fils en chaque lunete, ou dans le fil perpendiculaire. Regardez pour lors le point de la diviſion auquel convient la ligne de foi de la regle; que ſi la ligne marquée ſur la feuille de corne tombe juſtement ſur le point de 90 deg. de la diviſion, c'eſt une marque que leſdites lunetes conviennent enſemble, ſinon, ou il faudra replacer ladite feüille de corne pour la faire convenir, ou bien dans les obſervations des angles il faudra toûjours avoir égard à la difference qui ſe trouve entre le premier point de la diviſion & la ligne tracée ſur ladite corne ou verre.

Pour ce qui regarde les diſtances entre deux objets, ſoit au Ciel, ſoit ſur la Terre, le plan de l'inſtrument étant ſitué de maniere que les objets y conviennent, on obſervera les angles de la même maniere que l'on fait avec des alidades ordinaires, c'eſt-à-dire, celles qui ſont au demi-cercle ou autres inſtrumens, dont nous avons parlé au Livre IV.

CHAPITRE II.

De la Conſtruction & Uſage du Micrometre.

XVIII. Planche. Fig. 1. LE Micrometre eſt un inſtrument de grand uſage en Aſtronomie, mais principalement pour meſurer les diametres des Aſtres, & les moindres diſtances qui ne ſurpaſſent point un degré ou un degré & demi. Il eſt compoſé de deux cadres de cuivre rectangles, dont celui ABCD a ordinairement 2 pouces & demi de long & 1 pouce & demi de large. Les côtez AB, CD ſont diviſez en parties égales & éloignées entr'elles de 4 lignes ou environ, car c'eſt ſuivant les tours de vis, comme nous dirons ci-après; mais de telle ſorte que les lignes tirées par chaque diviſion, ſoient perpendiculaires aux côtez AB, CD. On applique à ces diviſions des fils de ſoie bien tendus avec de la cire que l'on y attache aux endroits marquez 2.

L'autre cadre EFGH, dont la longueur EF eſt d'un pouce & demi, s'ajuſte de telle maniere avec le premier cadre, que les côtez EF, GH de l'un peuvent ſe mouvoir le long des côtez AB, CD de l'autre, ſans qu'ils s'en puiſſent ſeparer, ce qui ſe fait en les aſſemblant

blant en queuë d'éronde ou biſeau & à couliſſe : la face de ce ſecond cadre qui regarde la face diviſée du premier, eſt auſſi garnie d'un fil de ſoie fort délié tendu à l'endroit marqué 4, lequel dans le mouvement du cadre demeure toûjours parallele aux fils du premier cadre, en les approchant de fort près au-deſſus l'un de lautre, ſans pourtant ſe toucher. On place au côté B D une vis marquée I, dont le Cylindre qui doit avoir 4 à 5 lignes de diametre entre & tourne dans un trou tarodé d'un pas fin, fait dans l'épaiſſeur du cadre, & qui eſt renforcé en cet endroit : la vis eſt entaillée par le bout qui entre dans le trou du petit cadre, & qui eſt auſſi renforcé à l'endroit marqué K. Il y a une petite goupille qui entre dans un trou fait au bout de la vis, pour que le cadre ne puiſſe aucunement mouvoir qu'en faiſant tourner la vis à droite ou à gauche, ſuivant qu'on veut faire avancer ou reculer ledit cadre.

On met auſſi une plaque ronde d'environ un pouce de diametre, qu'on attache avec deux vis ſur l'épaiſſeur du cadre aux endroits marquez N. On la diviſe ordinairement en 20 ou en 60 parties égales qui ſervent à compter les tours de la vis dans les uſages qu'on en fait, & ce par le moyen de l'index M, qui eſt ajuſté ſous le colet de ladite vis, & qui tourne avec elle : la diviſion des côtez du cadre ABCD, ſe fait ſuivant la groſſeur du pas de ladite vis ; car, par exemple, ſi on veut que les diviſions ſoient éloignées l'une de l'autre de 10 tours de vis, on fait faire 10 tours à ladite vis, & on remarque combien le petit cadre a fait de chemin ; ſi c'eſt 4 lignes, on fait les diviſions diſtantes l'une de l'autre de 4 lignes, & on place les filets bien juſte deſſus, & on les fait tenir avec de la cire.

Pour obvier aux changemens qui arrivent facilement aux fils de ſoie par la chaleur ou autrement, M. de la Hire propoſe une choſe fort commode ; c'eſt de placer au lieu de ſoie une plaque de verre blanc, ou un morceau de glace mince, bien uni, qu'on ajuſte dans une rénure faite au long du cadre. On trace ſur ce verre des traits paralleles & très-déliez qui font le même effet que la ſoie. Toute la difficulté conſiſte à tracer ces lignes bien délicatement, & a choiſir une glace bien nette & bien polie, car les défauts ſe groſſiſſent extrêmement quand on les voit dans les lunetes. On ſe ſert d'un petit diaman, dont la pointe ſoit fort fine, pour tracer très-legerement ſur le verre ces lignes. La figure 1 de la Planche 18, fait connoître la conſtruction de ce Micrometre, qui eſt fort commode pour tous les uſages que nous allons expliquer.

Toute la machine ſe joint aux grandes lunetes à obſerver, par le

moyen des pieces marquées L, qui débordent le cadre & qui entrent à couliſſe dans une eſpece de boëte de fer blanc parallelograme, aux deux côtez de laquelle il y a deux ouvertures circulaires où ſont ſoudez deux bouts de tuïau, l'un pour recevoir d'un côté le tuïau qui porte le verre oculaire l'autre pour recevoir le tuïau qui porte le verre objectif, de maniere que le Micrometre doit être placé juſte au foyer de ce verre.

Uſage du Micrometre.

IL ſe fait au foyer de la lentille ou du verre objectif un vive repreſentation des objets au point où ſont poſez les fils du Micrometre ; c'eſt pourquoi ſi on ajoûte au devant du Micrometre la lentille oculaire qui en ſoit éloignée de l'étenduë de ſon foyer plus ou moins, ſelon la nature & conſtitution des yeux de l'obſervateur, les objets & les fils de ſoie y paroîtront diſtinctement.

Si donc on meſure en lignes ou 12^{me} de pouce la longueur du foyer de la lentille objective, ou ce qui eſt la même choſe, la diſtance depuis le milieu de l'épaiſſeur de ladite lentille juſqu'aux fils de ſoie du Micrometre, cette longueur ſera à la diſtance de 4 lignes, qui font l'intervale des fils, comme le raïon ou ſinus total à la tangente de l'angle compris entre les fils paralleles, ce qui eſt évident par la Dioptrique. Car nous ſuppoſons que la diſtance entre l'objet & l'œil de l'obſervateur eſt ſi grande, que la longueur du foyer de la lentille n'eſt d'aucune conſequence à l'égard de cette diſtance ; de ſorte que les raïons qui partent des points de l'objet paſſent directement par le centre de la lentille juſqu'aux fils, ni plus ni moins que ſi l'œil de l'obſervateur étoit placé dans la lentille même objective. L'experience pourra nous confirmer cette invention, & nous ſervir à trouver la même choſe.

Car ſi ſur une petite table blanche & bien unie on tire 2 lignes droites noires & paralleles entr'elles, dont l'intervale ſoit tel que d'environ 2 ou 300 toiſes, elles ſoient contenues entre 2 fils paralleles du Micrometre dans un lieu commode & pendant un tems ſérein, ſans agitation ſenſible de l'air, éloignez la table de la lunete du Micrometre, juſqu'à ce que les lignes de ladite table, qui doit être perpendiculaire à la ligne droite tirée de ladite table au Micrometre, ſoient cachées par les fils paralleles dudit Micrometre ; pour lors la diſtance entre la table & le verre objectif du Micrometre ſera en même raiſon à l'intervale des lignes de la table, comme le Sinus total à la tangente de l'angle compris entre deux fils paralleles du Micrometre.

Fai-

Faites enſuite mouvoir le cadre EFGH par le moyen de la vis, juſqu'à ce que ſon fil de ſoie convienne exactement à un des fils paralleles de l'autre cadre, & remarquez la ſituation de l'index de la vis; faites la tourner juſqu'à ce que le même fil du cadre EFGH convienne avec le fil prochain de l'autre cadre, ou ce qui eſt la même choſe, faites mouvoir le cadre EFG par l'eſpace de 4 lignes ou d'un tiers de pouce, ce qui ſe connoîtra facilement par le moyen de la lentille ou verre oculaire de la lunete, laquelle multiplie les objets, & comptez les tours de la vis & les parties d'une révolution qui conviennent à l'intervale des fils. Conſtruiſez enfin une table des révolutions de la vis & de ſes parties qui conviennent à chaque minute & à chaque ſeconde, ayant, comme nous venons de dire, connu l'angle qui convient à l'intervale entier.

Lorſque l'on voudra obſerver le diametre des Planetes, ayant dirigé vers une Planete la lunete de longue vûë & ſon Micrometre, diſpoſez les fils par le mouvement de la lunete, en telle ſorte qu'un bord de l'Aſtre atteigne un des fils paralleles, immobiles, & tournez l'écrou ou la vis juſqu'à ce que le fil mobile joigne l'autre bord de la Planete. Il eſt évident que l'on connoîtra le diametre de la Planete par la diſtance connuë entre les fils du Micrometre qui contiennent la Planete.

Nous avons dit qu'il y a un index au-deſſous du colet de la vis, lequel marque ſur le bord d'un petit cercle diviſé en 60 parties égales les fractions d'une révolution entiere dudit écrou.

Cette méthode eſt commode pour meſurer les diametres apparens des planetes, ſi le corps de la Planete ſe meut entre 2 fils paralleles. Cependant il faut remarquer qu'à l'égard du Soleil & de la Lune leurs diametres paroiſſent fort inégaux à cauſe des refractions; dans les moindres élevations ſur l'horiſon par l'eſpace de 30 minutes, le diametre vertical paroît un peu moindre qu'il n'eſt en effet aux environs de l'horiſon, & le diametre horiſontal ne ſe peut reconnoître qu'avec bien de la peine, & par des obſervations pluſieurs fois repetées, non plus que la diſtance entre deux Aſtres ou entre les cornes de la Lune, à cauſe de ſon mouvement diurne qui paroît fort vîte par le Teleſcope ou Lunete.

Par la même méthode on peut obſerver ſur la terre les petites diſtances, & plus facilement que les corps celeſtes, à cauſe de l'immobilité de l'objet.

Si les deux Aſtres paſſent par le même méridien à differentes hauteurs & en differens tems, la difference de leur hauteur donne le

different éloignement où ils ſont de l'équateur vers l'un ou vers l'autre pole, ce qu'on appelle leur difference de déclinaiſon, & l'on voit par la difference du tems où ils viennent au méridien, le different éloignement où ils ſont d'un point déterminé de l'équateur qui eſt le premier degré d'Ariés, c'eſt-à-dire, qu'on a leur difference en aſcenſion droite.

Si les 2 Aſtres ſont éloignez l'un de l'autre, on a dans l'intervale de leur paſſage par le Méridien & par le Micrometre, aſſez de loiſir pour avoir entierement fini les operations qui regardent le premier avant que d'aller au ſecond; mais s'ils ſont fort proches l'un de l'autre, il eſt très difficile de faire en même tems les deux obſervations, ſans compter qu'on ne peut pas toûjours prendre les deux Aſtres aſſez préciſément dans le Méridien.

M. de la Hire donne le moyen de remedier à cet inconvenient en ne ſe ſervant que du Micrometre ordinaire. La ſeule obſervation du paſſage des Aſtres entre les filets, ou ſur les filets, du Micrometre donnera par des conſequences faciles la difference de déclinaiſon & d'aſcenſion droite, ſans ſuppoſer même aucun Méridien connu ni tracé.

Que ſi l'on veut avoir la difference de déclinaiſon & d'aſcenſion droite de deux Aſtres qui ne peuvent pas être compris entre les fils du Micrometre, on pourra la trouver par la méthode ſuivante.

Nous ajuſtons au Micrometre un fil de ſoie, que l'on appelle tranſverſal, parce qu'il coupe à angles droits les fils paralleles; on l'attache avec de la cire au milieu des côtez AC, BD. Ayant donc affermi la lunete & le Micrometre en telle poſition que l'on juge à propos, pourvû que les Aſtres que l'on veut obſerver puiſſent paſſer l'un après l'autre par les fils croiſez, comme on voit en la figure 2, les Aſtres A & S. On obſervera par le moyen d'une pendule à ſecondes le tems que le premier Aſtre A touchera le point où le fil tranſverſal AS croiſe quelqu'un des fils paralleles, comme A d. Le Micrometre étant diſpoſé pour cette obſervation, ce qui n'eſt d'aucune difficulté, on comptera les ſecondes de tems qui s'écouleront entre l'obſervation faite au point A, & l'arrivée du même Aſtre au point B, à la rencontre d'un autre fil parallele BD. Nous obſerverons de même le tems que l'autre Aſtre S rencontrera le fil tranſverſal au point S, & enſuite au point D du fil parallele BD.

Fig. 2.

Ce ſera la même choſe ſi l'Aſtre S rencontre premierement le fil parallele en D, & enſuite le fil tranſverſal en S.

Comme le nombre des ſecondes de tems du mouvement de l'Aſtre

tre A par l'eſpace AB eſt au nombre des ſecondes du mouvement de l'Aſtre S par l'eſpace SD, ainſi la diſtance AC, laquelle eſt connuë en minutes & ſecondes de degré dans le Micrometre, eſt à la diſtance CS en même eſpece & ſecondes.

Mais il faut convertir les ſecondes horaires du mouvement par l'eſpace AB, en minutes & ſecondes de grand cercle, tels que ſont ceux de la diſtance CA au Micrometre, ce qui ſe fait par la regle ordinaire de proportion.

Ayant premierement converti les ſecondes du tems dudit mouvement d'A en B, que nous regardons ici comme une ligne droite, ou comme un arc de grand cercle, en minutes & ſecondes de cercle en prenant 15 minutes de cercle pour chaque minute d'heure, & de même des ſecondes, enſuite on fera par une regle de proportion, comme le raïon ou Sinus total, au Sinus de complément de la déclinaiſon de l'aſtre connuë; ainſi le nombre des ſecondes de l'Arc AB auſſi connu, au nombre des ſecondes de la même eſpece contenues en CA, comme Arc de grand cercle.

De plus au triangle & rectangle rectiligne CAB, les côtez CA. AB étant donnez avec l'angle droit en C, nous trouverons l'angle CAB, & ſuppoſant la perpendiculaire CPR du point C ſur AB, AB ſera à CA, comme CA eſt à AP.

Mais au triangle rectangle CAP, outre l'angle droit nous avons l'angle A avec le côté CA, c'eſt pourquoi comme le raïon ou Sinus total eſt à CA, ainſi le Sinus de l'angle CAP eſt à CP, & comme le nombre des ſecondes horaires du mouvement d'A en B eſt au nombre des ſecondes horaires du mouvement d'S en D, ainſi CP eſt à CR; donc en ôtant CR de CP, ou bien les ajoûtant enſemble, ſi AB & SD ſont de l'un & l'autre côté du point C, nous aurons la valeur de PR en parties de grand cercle, qui ſera la difference de déclinaiſon de l'un & de l'autre Aſtre obſervé. Nous n'avons aucun égard à la difference du mouvement par les eſpaces AB & SD cauſée par la difference de déclinaiſon, parce qu'elle n'eſt d'aucune conſequence dans les differences de déclinaiſon, telles qu'on peut les obſerver par le Micrometre.

Enfin, comme AB eſt à AP, ainſi le nombre des ſecondes horaires du mouvement de l'aſtre A obſerve par l'eſpace AB, au nombre des ſecondes du mouvement du même Aſtre par l'eſpace AP. On connnoîtra donc le tems que l'Aſtre A parvient en P. Mais comme le nombre des ſecondes horaires par l'eſpace AB eſt au nombre des ſecondes horaires par l'eſpace SD; ainſi le nombre des ſecondes horai-

raires par l'eſpace AP, au nombre des ſecondes horaires par SR. On connoît de plus le tems que l'Aſtre S eſt parvenu en S, à quoi l'on ajoûte le temps par SR, ſi les rencontres A & S ſont du même côté du point C, ſinon il faut ſouſtraire le tems par SR du tems de l'obſervation en S, pour avoir le tems que l'Aſtre S eſt parvenu en R. Or la difference de l'arrivée des Aſtres en P & R, c'eſt-à-dire, à un même cercle Méridien, ſera leur difference d'aſcenſion droite, laquelle ſe pourra réduire en degrez & minutes par les regles de proportion. Il faut remarquer que nous n'avons ici aucun égard au mouvement propre des Aſtres, pour la difference du tems entre leur rencontre ſur le Méridien CP.

De cette méthode il eſt facile de reconnoître comment, au lieu du fil parallele CBD, on peut ſe ſervir d'un autre parallele qui paſſe par A, ou de tout autre, comme auſſi du parallele mobile, pourvû qu'il s'y forme des triangles ſemblables, ce qui s'entend par ce que nous avons dit ci-devant.

Nous pouvons encore faire le même par une autre méthode. Car ayant diſpoſé les fils paralleles de maniere que le mouvement du premier Aſtre ſe faſſe ſur un deſdits fils; que l'on marque le tems auquel le même Aſtre rencontre le fil tranſverſal; que l'on obſerve de même le tems que l'autre Aſtre arrive au même fil tranſverſal; ſi cependant on ajuſte le fil parallele mobile au ſecond Aſtre ſans changer aucunement le Micrometre, on trouvera par le moyen de la diſtance des fils paralleles dudit Micrometre, la diſtance entre les paralleles de l'équateur qui paſſent par les lieux deſdits Aſtres, qui eſt la difference de leur déclinaiſon. Que ſi de plus, la difference du tems entre le paſſage de l'un & de l'autre Aſtre par le fil tranſverſal, eſt convertie en minutes & ſecondes de degrez, on aura leur difference aſcenſionelle; ce qui n'a pas beſoin d'exemple.

Mais ſi l'on cherche la même choſe entre quelque Aſtre & la Lune ou le Soleil, comme par exemple, Mercure paſſant ſous le diſque du Soleil.

Ayant premierement placé le Micrometre de telle ſorte que le bord du Soleil parcourre un des fils paralleles, on obſervera le tems que les bords du Soleil & le centre de Mercure toucheront le fil tranſverſal, & par ce tems on connoîtra la difference de déclinaiſon entre Mercure & le bord du Soleil par le moyen du fil parallele mobile, le Micrometre demeurant immobile.

Que ſi au tems de l'obſervation du premier bord du Soleil on ajoûte la moitié du tems écoulé entre les paſſages de l'un & l'autre bord,

bord, on aura le tems du paſſage du centre du Soleil par le même fil tranſverſal : & par ce moyen on aura la difference du tems entre le paſſage du centre du Soleil & de Mercure par le fil tranſverſal, c'eſt-à-dire, par le cercle Méridien. Cette difference de tems étant convertie en degrez & minutes donnera la difference de leur aſcenſion droite.

De plus, comme le centre du Soleil eſt dans l'écliptique, ſi dans le même tems que ledit centre paſſera par le fil tranſverſal, connoiſſant d'ailleurs le vrai lieu du Soleil, vous cherchez dans la Table faite exprès, l'angle de l'écliptique avec le cercle Méridien, vous aurez auſſi l'angle que fait l'écliptique avec le parallele du Soleil, comme dans la figure ci-jointe, l'angle OCR, de l'écliptique OCB, & du parallele de l'équateur RC. PC eſt le Méridien, & Mercure en M, Fig. 3. le centre du Soleil étant en C, ſoit MR parallele à PC, & CR la difference d'aſcenſion droite entre le centre du Soleil C & Mercure en M. Mais les minutes de difference d'aſcenſion droite CR dans le parallele, étant réduites en minutes de grand cercle, ſi on fait une regle de proportion, en diſant, comme le raïon ou Sinus total au Sinus de complément de la déclinaiſon du Soleil ou de Mercure, ainſi le nombre des ſecondes de la difference d'aſcenſion droite, au nombre des ſecondes CR, comme portion de grand cercle. Pour lors au triangle CRT, rectangle en R, nous avons le côté CR que l'on vient de trouver avec l'angle RCT; ſçavoir, la difference entre l'angle droit & l'angle de l'écliptique avec le Méridien ; c'eſt pourquoi on trouvera l'hypotenuſe CT, & le côté RT. Mais ſi on ôte RT de MR, qui eſt la difference de déclinaiſon de Mercure en M & du centre du Soleil C, reſtera TM. On dira enſuite par la regle de proportion, comme CT eſt à TR, ainſi TM eſt à TO. Et comme CT eſt à CR, ainſi TM à MO. MO ſera la latitude de Mercure au tems de l'obſervation. Mais ajoûtant TO au côté CT, on aura CO pour difference de longitude entre Mercure & le centre du Soleil. C'eſt pourquoi connoiſſant la longitude du Soleil, on trouvera celle de Mercure.

De plus, ſi 2 ou 3 heures après la premiere obſervation de Mercure en M, on obſerve encore une fois la difference de déclinaiſon & d'aſcenſion droite de Mercure avancé en N, nous trouverons comme ci-devant la latitude de Mercure NQ & CQ, difference de longitude du centre du Soleil C; c'eſt pourquoi nous trouverons le lieu du nœud apparent de Mercure. Mais il faut remarquer que le point de rencontre A dans la droite MN, avec l'écliptique CB,

n'eſt point le lieu dudit nœud, eu égard au point C, parce qu'entre les obſervations faites aux points M & N, le Soleil par ſon mouvement propre s'eſt avancé de quelques minutes, ſelon l'ordre des Signes, à quoi cependant on n'a pas d'égard dans les obſervations. C'eſt pourquoi on dira par la regle de proportion, comme la difference des latitudes MO, NQ à OQ, moins le mouvement propre du Soleil, entre les obſervations faites en M & N; ainſi MO à la diſtance OA, d'où l'on trouvera la vraie diſtance CA du centre du Soleil C au nœud de Mercure A. Nous ôtons de OQ le mouvement propre du Soleil entre les obſervations, parce que pendant ce tems-là Mercure eſt retrograde. Mais ſi ſon mouvement étoit direct, il faudroit ajoûter le mouvement du Soleil à la droite OQ.

Dans les obſervations de Mercure en ſon paſſage entre les bords du Soleil, nous n'avons eu aucun égard au mouvement propre du Soleil, comme étant de petite conſequence; mais ſi nous voulons y avoir égard, il faudra diminuer CO & CQ de la quantité du mouvement propre du Soleil a raiſon du tems écoulé entre le paſſage du centre du Soleil & de Mercure par le cercle Méridien.

Par la même méthode on obſervera les diſtances des Planetes entr'elles, ou avec les étoiles fixes aux environs de l'écliptique, excepté néanmoins quelques minutes, non ſeulement à cauſe du mouvement propre des Planetes, ſoit vers les mêmes parties, ſoit vers les parties oppoſées, comme nous avons dit du Soleil & de Mercure; mais auſſi à cauſe de leur éloignement de l'écliptique ou de leur trop grande latitude, dont il nous ſuffit d'avoir ici averti.

Il eſt à remarquer que cette ſeconde méthode pour trouver la difference de déclinaiſon & d'aſcenſion droite, n'eſt pas plus exacte que la premiere, quoiqu'elle ſe faſſe avec moins de calcul, car il eſt aſſez difficile de diſpoſer les fils du Micrometre ſelon le parallele du mouvement diurne, ne le pouvant faire que par pluſieurs épreuves incertaines.

M. de la Hire a inventé encore un autre Micrometre, dont la conſtruction eſt facile, car ce n'eſt autre choſe qu'un double Compas, comme il eſt ici repreſenté, dont les jambes d'une part, ſont par exemple, dix fois plus grandes que les autres. Il doit être fait de telle maniere que les plus courtes jambes ſe puiſſent introduire par une fente dans le tuïau de la lunete & ſe placer à l'endroit du foyer de la lentille objective, en ſorte que les pointes très-fines deſdites plus courtes jambes ſe puiſſent appliquer à tous les objets dépeints au foyer. Car de la même ouverture du compas les pointes des plus lon-

Fig. 4.

longues jambes s'appliqueront ſur une échelle diviſée en parties, qui marqueront les minutes & ſecondes telles qu'elles conviennent au foyer de la lentille objective; la diviſion de cette échelle ſe pourra faire par la même méthode, dont nous nous ſommes ſervis à connoître les diſtances des fils paralleles de l'autre Micrometre, en diſant par la regle de 3, comme le nombre des lignes contenuës en la longueur du foyer de la lentille objective de la lunete, a une ligne, ainſi le raïon ou Sinus total, à la tangente de l'angle meſuré au foyer ſous une ligne. C'eſt pourquoi ſi les plus longues jambes contiennent lès autres dix fois, dix lignes de l'échelle meſureront le même angle, ce qui étant connu, il ſera facile de diviſer l'échelle en minutes & ſecondes. L'on pourra ſe ſervir de ce Micrometre pour obſerver les diametres des Planetes, comme auſſi les moindres diſtances des Aſtres & des Lieux de la Terre.

La conſtruction de ce Micrometre eſt la même que celle que nous avons donnée pour les Compas de réduction.

CHAPITRE III.

Maniere d'obſerver les Aſtres.

LES obſervations des Aſtres qui ſe font de jour par les lunetes de longue vûë, ſont faciles, parce que les fils de ſoie ſe voyent diſtinctement; mais pendant la nuit il faut éclairer les fils avec un flambeau ou une bougie, en ſorte que l'on puiſſe les voir avec les Aſtres par la lunete, ce qui ſe fait en deux manieres.

Premierement, nous éclairons la lentille ou verre objectif de la lunete, en approchant de ladite lentille une chandelle, mais obliquement, afin que ſon corps ou ſa fumée n'empêchent point les raïons de l'Aſtre. Mais ſi la lentille objective eſt un peu enfoncée dans le tuïau, elle ne pourra point être éclairée à moins que la chandelle ne ſoit fort proche, ce qui empêche de voir l'Aſtre; & ſi la lunete a plus de ſix pieds, il ſera difficile d'éclairer ſuffiſamment le verre objectif, en ſorte que les fils paroiſſent bien diſtinctement.

Secondement, on fait une ouverture aſſez ample au bout du tuïau proche du cadre où ſont attachez les fils, & approchant la bougie, les fils & les Aſtres paroîtront.

Mais cette méthode eſt ſujette à pluſieurs inconveniens, car la lumiere eſt ſi proche des yeux de l'obſervateur, que ſouvent ils en ſont incommodez. Et de plus, comme les fils ſont découverts & expoſez à l'air, ils perdent leur ſituation, ou ils ſe détendent, ou même ſe peuvent rompre.

Cette méthode eſt outre cela ſujette à un inconvenient qui la doit faire rejetter abſolument, c'eſt qu'elle eſt ſujette à erreur, en ce que ſelon la poſition de la lumiere qui éclaire les fils, ils paroîtront en differentes ſituations, à cauſe que lorſque le filet horiſontal, par exemple, ſera éclairé par deſſus, on verra une ligne lumineuſe, qu'on prendra pour le filet, qui ſera à ſa ſuperficie ſupérieure: & au contraire, quand le même filet ſera éclairé par-deſſous, la ligne limineuſe paroîtra à ſa ſuperficie inférieure, ſans que le filet change de place, & l'erreur ſera du diametre du filet, qui vaut ſouvent plus de ſix ſecondes.

M. de la Hire a trouvé un expedient pour y remedier: comme il avoit ſouvent experimenté dans les obſervations, qu'au clair de la Lune, dans un tems un peu broüillé, les fils paroiſſoient diſtinctement, & qu'à peine pouvoit-on les voir lorſque le Ciel étoit ſerein, il lui vint en penſée de couvrir le bout du tuïau de la lunete, du côté du verre objectif, d'un morceau de gaze ou crêpe blanc très-fin, c'eſt-à-dire, fait de fils de ſoie très-déliez, comme les toiles de ſoie dont on ſe ſert pour faire des tamis. Cette invention lui a réuſſi, car la bougie placée loin de la lunete, éclairoit aſſez le crêpe pour faire voir diſtinctement les fils, ſans empêcher de voir les Aſtres.

Les obſervations du Soleil ne ſe peuvent faire à moins que l'on ne mette entre la lunete & l'œil un verre bruni ou enfumé, ce qui ſe prépare ainſi. Prenez deux morceaux de verre égaux & bien polis; ſur la ſurface d'un de ces verres & autour de ſes bords collez une bande de carton; mettez ſur la fumée d'un flambeau l'autre morceau de verre, en le remuant ſouvent & le retirant de tems à autre, de crainte que la trop grande chaleur ne le faſſe caſſer juſqu'à ce que la fumée y ſoit ſi épaiſſe, qu'à peine on puiſſe voir le flambeau; mais il ne faut pas que le noir de fumée y ſoit par tout d'égale épaiſſeur, afin que l'on puiſſe choiſir celle qui convient à la ſplendeur du Soleil. Et afin que ce noir ne s'efface pas, il le faut appliquer ſur l'autre morceau de verre, dont la ſurface ne touchera point ladite fumée, à cauſe des bandes de carton qui ſont entre les deux verres, dont enfin on joindra les bords avec une bande de papier collé.

Il faut ſe ſouvenir qu'obſervant la hauteur du Soleil avec une lunete à deux verres, le bord ſupérieur paroît inferieur.

Il y a deux principales ſortes d'obſervations des Aſtres, l'une dans le Méridien, & l'autre dans les Cercles verticaux.

Si l'on connoît la poſition du Cercle Méridien en plaçant le plan du quart de cercle dans le plan du Méridien par le moyen du plomb at-

attaché au centre, on pourra trouver la hauteur méridienne de l'Aſtre, qui eſt une des principales operations, & qui ſert de fondement à preſque toute l'Aſtronomie.

On peut auſſi avoir des obſervations méridiennes par le moyen d'un Horloge a pendule, ſi l'on ſçait le tems précis du paſſage de l'Aſtre par le Méridien.

Il faut remarquer que les Aſtres ſont à même hauteur pendant une minute, devant ou après leur paſſage par le Méridien, pourvû néanmoins que l'Aſtre ne paſſe point par le Zénith ou aux environs; mais à ce défaut on obſervera les hauteurs d'un Aſtre à chaque minute, plus ou moins, autour du Méridien, que l'on ſuppoſe déja connu, & ſa plus grande ou moindre hauteur, ſera ſa hauteur Méridienne que l'on cherche.

Pour ce qui eſt des obſervations qui ſe font hors du Méridien dans les cercles verticaux, il faudra connoître la poſition du vertical, ou la chercher par la méthode ſuivante.

Premierement, le quart de cercle & ſa lunete demeurant dans la même ſituation verticale où il étoit quand on a obſervé la hauteur de l'Aſtre avec l'heure de ſon paſſage par le point où ſe croiſent les fils de l'oculaire, on remarque le tems que le Soleil ou quelque Etoile fixe, dont la longitude & latitude ſont connuës, arriveront au fil vertical de la lunete, c'eſt-à-dire, au cercle vertical qui paroît par l'Aſtre & par la ligne de foi au tems de l'obſervation; d'où l'on connoîtra la poſition dudit cercle vertical, & on trouvera le vrai lieu de l'Aſtre obſervé.

Mais ſi le Soleil ou un autre Aſtre ne paſſe point par l'ouverture du tuïau, & que d'ailleurs on ait une ligne Meridiene bien tracée ſur un terrain bien de niveau dans le lieu de l'obſervation, il faut abaiſſer un plomb d'un pignon ou de quelque autre corps ferme & immobile, éloigné du quart de cercle de 3 ou 4 toiſes, ſous lequel plomb il y ait une pointe de fer en l'allignement du fil, laquelle puiſſe marquer la rencontre du fil perpendiculaire. Pour lors il faut mettre tout près de la lentille objective une platine de cuivre ou de carte, au milieu de laquelle il y ait une petite fente, laquelle étant poſée verticalement, paſſe par le centre de la figure circulaire de la lentille, qui nous tient lieu de vrai centre. Cela fait voir diſtinctement le fil du perpendicule, lequel ne pouvoit ſe voir auparavant par la lunete à cauſe de la trop grande proximité. C'eſt pourquoi on remuëra le perpendicule juſqu'à ce que ſon fil convienne avec le fil vertical de la lunete; & par ce moyen on marquera ſur le plancher le

point où tombera ladite pointe de fer qui eſt ſous le plomb, & ce ſera un point du plan vertical que l'on cherche. Enſuite on ſuſpendra un perpendicule devant le centre de la lentille objective, ou vis-à-vis le point où les fils ſe croiſent, & l'on marquera comme ci-devant, un point ſur le plancher, lequel ſera auſſi dans le même vertical; c'eſt pourquoi ſi par ces 2 points verticaux on tire une ligne droite qui rencontre la ligne Méridienne, on aura la poſition du cercle vertical de l'Aſtre obſervé, par rapport à la ligne Méridiene, dont l'angle ſe meſurera en prenant des grandeurs connuës ſur chacune de ces 2 lignes du point où elles ſe rencontrent, & par leurs extremitez tirant une baſe on aura un triangle, dont les trois côtez étant connus, on trouvera l'angle du ſommet, qui ſera la diſtance dudit vertical au Méridien.

Maniere d'obſerver la hauteur Méridienne des Aſtres.

IL y a trop de difficulté à bien placer le quart de cercle dans le plan du Méridien pour pouvoir exactement trouver la hauteur Méridienne d'un Aſtre; car à moins de trouver un lieu & un mur commode, où l'on puiſſe attacher fermement le quart Aſtronomique dans le plan du Méridien, ce qui eſt tres-difficile à faire on n'aura point la veritable poſition du cercle Méridien propre à obſerver tous les Aſtres, comme nous avons dit ci-devant. C'eſt pourquoi il ſera beaucoup plus facile, principalement dans les Voïages, de ſe ſervir d'un quart portatif, par le moyen duquel on obſervera la hauteur de l'Aſtre un peu avant ſon paſſage par le Méridien, à chaque minute de tems, ſi l'on peut, juſqu'à ce qu'on trouve ſa plus grande ou ſa moindre hauteur ſur l'horiſon. Ainſi quoique l'on n'ait pas la veritable poſition du Méridien, on ne laiſſera pas d'avoir la hauteur Méridiene apparente de l'Aſtre.

Quoique cette méthode ſoit fort bonne & exemte d'erreur ſenſible, néanmoins ſi l'Aſtre paſſe par le Méridien proche du Zénith, on ne pourra avoir ſa veritable hauteur Méridiene que par hazard, par les obſervations repetées de minute en minute, puiſqu'à chaque minute d'heure la hauteur augmente environ de 15 min. de degré; & en ces ſortes d'obſervations, la ſituation incommode de l'obſervateur, la variation de l'azimut de l'Aſtre, de pluſieurs degrez en peu de tems, le changement qu'il faut faire à l'inſtrument & la difficulté de le bien replacer verticalement, empêchent de faire les obſervations plus frequentes que de 4 en 4 minutes d'heures, pendant lequel tems la difference de hauteur eſt un degré. C'eſt pourquoi

quoi en ce cas il ſera plus ſur de chercher à connoître d'ailleurs la poſition de cercle Méridien, ou le tems précis que l'Aſtre paſſe au Méridien, afin de placer l'inſtrument dans le plan dudit Méridien, ou de le mouvoir en ſorte que l'on puiſſe obſerver la hauteur de l'Aſtre au moment qu'il paſſe par le Méridien.

Des Refractions.

AYant obſervé la hauteur Méridiene de deux Etoiles fixes, laquelle ſoit égale ou peu differente, dont l'une ſoit vers le Septentrion & l'autre vers le Midi, & connoiſſant d'ailleurs leur déclinaiſon, trouver la Refraction qui convient au degré de hauteur deſdites Etoiles fixes, & la vraie hauteur du Pole ou de l'Equateur dans le lieu de l'obſervation.

Ayant trouvé par le précepte precedent la hauteur Méridiene apparente d'une Etoile aux environs du Pole, ſi on y ajoûte ou que l'on en ôte le complément de la déclinaiſon de ladite Etoile, on aura la hauteur apparente du Pole; on aura auſſi par la même raiſon la hauteur apparente de l'Equateur, par le moyen de la hauteur Méridiéne d'une Etoile aux environs de l'Equateur, en ajoûtant ou ſouſtraïant la déclinaiſon.

Enſuite ayant ajoûté enſemble les hautenrs trouvées de l'Equateur & du Pole, la ſomme en ſera toûjours plus grande qu'un quart de cercle; mais en ôtant 90 deg. de cette ſomme, le reſte ſera double de la Refraction de l'une & l'autre Etoile obſervée à même hauteur; c'eſt pourquoi ôtant cette Refraction de ladite hauteur apparente du Pole ou de l'Equateur, on aura leur vraie hauteur.

EXEMPLE.

La hauteur Méridiene obſervée d'une Etoile au-deſſous du Pole boreal ſoit de 30 d. 15 m. & le complément de la déclinaiſon de cette Etoile ſoit de 5 deg. donc la hauteur apparente du Pole ſera de 35 d. 15 m. Semblablement ſoit la hauteur Méridiene apparente, d'une autre Etoile obſervée aux environs de l'Equateur de 30 d. 40 m. & ſa déclinaiſon méridionale de 24 d. 9 m. d'où l'on connoîtra la hauteur apparente de l'Equateur de 54 d. 49 m. C'eſt pourquoi la ſomme des hauteurs trouvées du Pole & de l'Equateur ſera de 90 d. 4 m. dont ayant ôté 90 d. reſtera 4 m. qui ſera le double de la Refraction à la hauteur de 30 d. 28 m. qui eſt eſt environ le milieu entre les hauteurs trouvées; c'eſt pourquoi à la hauteur de 30 d. 15 m. la Refraction ſera un peu plus de 2 m. comme de 2 m. 1 ſeconde, & à la hauteur de 30 d. 40 m. la Refraction ſera d'une minute 59 ſecondes.

Enfin

Enfin ſi on ôte 2 m. une ſeconde de la hauteur apparente du Pole trouvée 35. d. 15. m. reſtera la vraie hauteur du Pole 35. d. 12. m. 59 ſecondes, & par la même raiſon la vraie hauteur de l'Equateur ſera de 54 d. 47 m. une ſeconde, qui eſt le complément de la hauteur du Pole.

Il faut remarquer que la Refraction & la hauteur trouvée par cette méthode ſera d'autant plus exacte que la hauteur des Aſtres ſera grande; car encore bien que la difference des hauteurs de chaque Etoile fût de 2 d. cela n'empêcheroit pas d'avoir la refraction & la vraie hauteur du Pole, puiſqu'au-deſſus du 30me deg. de hauteur, la difference de refraction entre 2 deg. n'eſt point ſenſible.

Autre méthode pour obſerver les Refractions.

L'On peut encore reconnoître la quantité de la Refraction par l'obſervation d'une même Etoile, dont la hauteur Méridiene ſoit de 90 deg. ou un peu moindre; car connoiſſant d'ailleurs la hauteur du Pole ou de l'Equateur dans le lieu de l'obſervation, par la hauteur Méridiene de l'Etoile, on connoîtra ſa vraie déclinaiſon, puiſque les Refractions ſont inſenſibles proche du Zénith.

Mais ſi à chaque degré de hauteur de l'Etoile on obſerve le tems marqué par une pendule exacte, comme auſſi le tems de ſon paſſage par le Méridien que l'on connoitra par les hauteurs égales de ladite Etoile vers l'Orient & vers l'Occident, nous aurons dans un triangle ſpherique 3 choſes connuës; à ſçavoir, l'arc de la diſtance entre le Pole & le Zénith, le complément de la déclinaiſon de l'Etoile, & l'angle compris par ces arcs; ſçavoir, la difference du tems moyen entre le paſſage de l'Etoile par le Méridien & ſon lieu, pour lequel ſe fait le calcul, convertie en degrez & minutes; à quoi il faut ajoûter la partie proportionnelle convenable du moyen mouvement du Soleil à raiſon de 59 m. 8 ſec. par jour; c'eſt pourquoi on trouvera le vrai arc du vertical entre le Zénith & le vrai lieu de l'Etoile.

Mais par l'obſervation on a l'arc apparent de la hauteur de ladite Etoile; & la difference de ces arcs ſera la quantité de la Refraction à la hauteur de l'Etoile. Par uu ſemblable calcul on aura la Refraction de chaque degré de hauteur.

On peut faire le même par le moyen du Soleil ou de quelque Etoile que ce ſoit, pourvû que l'on connoiſſe ſa déclinaiſon, afin qu'au tems de l'obſervation on puiſſe trouver la vraie diſtance du Soleil ou de l'Etoile au Zénith.

Ayant

Ayant connu la Refraction des Aſtres il ſera facile de trouver la hauteur du Pole : car ayant obſervé la hauteur Méridiene de l'Etoile polaire, tant au-deſſus qu'au-deſſous du Pole, le même jour, à peu de diſtance l'un de l'autre, ayant diminué de chaque hauteur la Refraction convenable, la moitié de la difference des hauteurs corrigées, ajoûtée à la moindre hauteur corrigée, ou ſouſtraite de la plus grande auſſi corrigée, on aura la vraie hauteur du Pole.

M. de la Hire a obſervé avec grand ſoin pendant pluſieurs années la hauteur Méridienne des Etoiles fixes, & principalement de Sirius & de la Claire de la Lyre avec des Quarts de cercles Aſtronomiques très-bien diviſez & des Lunetes tres-excellentes à differentes heures du jour & de la nuit, & même pendant le milieu du jour, & en differentes ſaiſons de l'année. Il aſſûre n'avoir remarqué aucune difference dans les hauteurs deſdites Etoiles, que celle qui provient de leur mouvement propre.

Et comme l'Etoile de Sirius monte environ juſqu'au 26^{me} degré du Méridien, on pourroit douter ſi dans les moindres hauteurs les Refractions d'Hyver ſeroient plus grandes que celles d'Eté ; c'eſt pourquoi il a auſſi obſervé avec feu M. Picard les hauteurs Méridienes de l'Etoile nommée Capella, dans ſa moindre hauteur Méridiene, qui eſt environ de 4 degrez & demi en pluſieurs differentes ſaiſons de l'année.

Ayant comparé enſemble les diverſes obſervations & fait les réductions néceſſaires à cauſe du mouvement propre de cette Etoile, à peine a-t-il trouvé une minute de difference, laquelle pouvoit provenir d'une autre cauſe que des Refractions. C'eſt pourquoi il n'a conſtruit qu'une ſeule table de Refraction du Soleil, de la Lune & des autres Aſtres pour toutes les ſaiſons de l'année, conformément aux obſervations qu'il en a faites.

Cependant on peut croire que les Refractions ſont ſujetes à diverſes inconſtances autour de l'horiſon, ſelon la differente conſtitution de l'air & la nature du terrain haut ou bas, comme M. de la Hire l'a ſouvent experimenté ; car obſervant au pied des Montagnes la hauteur des Aſtres qui ſembloient en raſer le ſommet, elles lui ont paru un peu plus hautes que s'il les avoit obſervées du ſommet même ; maîs ſi on veut ajoûtér foi aux obſervations des autres, les Refractions ſont plus grandes, même en Eté dans les Païs Septentrionaux que dans les Zones temperées.

Maniere de trouver par obſervation le tems de l'Equinoxe & du Solſtice.

AYant connu la hauteur de l'Equateur, la Refraction & la parallaxe du Soleil à une même hauteur, il ne ſera pas difficile de trouver le tems que le centre du Soleil ſera dans l'Equateur; car ſi de la hauteur Méridiene apparente du centre du Soleil, le jour même qu'arrive l'Equinoxe, on ôte la Refraction convenable, & qu'on y ajoûte la parallaxe, reſtera la vraie hauteur Méridiene du centre du Soleil. Or la difference de cette hauteur & de celle de l'Equateur, marquera le tems du vrai Equinoxe devant ou après midi, & ſi l'on diviſe par 59 la ſomme des ſecondes de cette difference trouvée, le quotien marquera les heures & les fractions d'heures qu'il faut ajoûter ou ſouſtraire du vrai midi pour avoir le tems du vrai Equinoxe.

Les heures du quotien s'ajoûtent au tems du midi ſi la hauteur Méridienne du Soleil s'eſt trouvée moindre que celle de l'Equateur vers l'Equinoxe du Printems, mais on les en ſouſtrait ſi elle s'eſt trouvée plus grande. Il faut faire le contraire vers l'Equinoxe d'Automne.

EXEMPLE.

Etant donnée la vraie hauteur de l'Equateur 41 d. 10 m. & ayant obſervé la vraie hauteur Méridiene du centre du Soleil 41 d. 5 m. 15 ſec. laquelle ſe connoît par la hauteur apparente du bord ſupérieur ou inférieur du Soleil corrigée par ſon demi-diamette, refraction & parallaxe, la difference ſera de 4 m. 45 ſec. ou 285 ſec. lequel nombre étant diviſé par 59, le quotien ſera 4 $\frac{13}{59}$ c'eſt-à-dire, 4 heures 48 m. qu'il faut ajoûter à midi, ſi le Soleil eſt en l'Equinoxe du Printems, & par conſequent l'Equinoxe arrivera à 4 h. 48 m. après midi. Mais ſi le Soleil étoit en l'Equinoxe d'Automne, ledit Equinoxe ſeroit arrivé 4 heures 48 m. avant midi, c'eſt-à dire à 7 heures 12 minutes du matin.

A l'égard des Solſtices, il y a bien plus de difficulté à les déterminer que les Equinoxes, car il ne ſuffit pas d'une ſeule obſervation, parce qu'en ces tems la difference entre les hauteurs Méridienes d'un jour à l'autre eſt preſque imperceptible. Il faudra donc prendre exactement la hauteur Méridiene du Soleil, 12 ou 15 jours avant le Solſtice, & autant de tems après, tâcher de retrouver à peu près la même hauteur Méridiene du Soleil, afin que par les parties proportionelles du changement de hauteur Méridiene du Soleil, on puiſſe exactement déterminer le tems que le Soleil s'eſt trouvé à mê-

même hauteur, devant & après le Solſtice, étant dans le même cercle parallele à l'Equateur.

Ayant donc connu le tems écoulé entre l'une & l'autre ſituation du Soleil, il en faut prendre le milieu, & chercher dans les Tables le vrai lieu du Soleil qui convient à ces trois tems. Le milieu de la difference des lieux extrêmes du Soleil s'ajoûtera au moindre, afin d'en faire un lieu moyen par la comparaiſon des extrêmes; mais ſi le lieu moyen trouvé par le calcul ne convient pas au lieu moyen trouvé par ladite comparaiſon, il faut en prendre la difference & ajoûter au tems moyen le tems qui répond à cette difference, ſi le tems moyen trouvé par le calcul eſt le plus petit, & au contraire le ſouſtraire s'il eſt plus grand, afin d'avoir le tems du Solſtice.

EXEMPLE.

Le dixiéme jour du mois de Juin la hauteur Méridiene apparente du Soleil a été trouvée dans l'Obſervatoire Roïal de 94d. 27m. 25 ſec. & le 3me jour de Juillet enſuite, ladite hauteur Méridiene apparente s'eſt trouvée de 64d. 28 m. 15 ſec. d'où l'on connoît par la difference de déclinaiſon en ce tems, que le Soleil eſt arrivé au parallele de la premiere obſervation le 3me jour de Juillet à 4 h. 12 min. & par conſequent le tems moyen entre les obſervations ſera le 22 Juin à 2 h. & 6 m. du matin.

Or par les Tables, le vrai lieu du Soleil au tems de la premiere obſervation eſt 2 ſignes, 58 m. 23 ſec. & au tems de la derniere il eſt 3 ſig. 11 d. 4 m. 52 ſec. & au milieu il eſt 3 ſig. 0 d. 1 m 56 ſec.

Mais la difference des lieux extrêmes eſt 22 d. 6 m. 29 ſec. dont la moitié eſt 11 d. 3 m. 15 ſec. leſquels ajoûtez au moindre lieu font 3 ſig. 0 d. 1 m. 38 ſec. lequel eſt le lieu moyen par la comparaiſon des extrêmes.

Entre le lieu moyen par le calcul 3 ſig. 0 d. 1 m. 56 ſec. & le lieu moyen par comparaiſon, la difference eſt 18 ſec. qui correſpondent à 7 m. 18 ſec. de tems qu'il faut ôter du tems moyen, parce que le lieu moyen par le calcul eſt plus grand que le lieu moyen par comparaiſon. C'eſt pourquoi le tems du Solſtice ſera le 22 Juin à une heure 58 min. 18 ſec. du matin. Ce qui peut ſe confirmer par pluſieurs autres obſervations.

Il eſt à remarquer que l'erreur de peu de ſecondes, plus ou moins dans la hauteur du Soleil obſervée, peut éloigner d'une heure le Solſtice de ſon vrai tems, comme en l'exemple propoſé 10 ſec. de hauteur ou environ répondent à une heure de tems; c'eſt pourquoi cela ne ſe peut faire qu'avec des Inſtrumens bien diviſez & pluſieurs obſervations très-exactes.

Obſervations faites dans l'Obſervatoire Roïal aux environs des Solſtices pour avoir la hauteur du Pole de Paris dans l'Obſervatoire, & de la plus grande déclinaiſon du Soleil ou obliquité de l'Ecliptique.

AU Solſtice d'Eté la hauteur Méridiene apparente du bord ſupérieur du Soleil, recueillie de pluſieurs Obſervations, s'eſt trouvée de . . . . . 64 d. 55 m. 24 ſec.
Refraction à ſouſtraire 33
Parallaxe à ajoûter 1
Vraie hauteur du bord ſupérieur . . 64 54 52
Demi-diametre du Soleil . . . 15 49
Vraie hauteur Méridiene du centre . 64 39 3

Au Solſtice d'Hyver, la hauteur Méridiene apparente du bord ſupérieur du Soleil . . . . 18 d. 0 m. 24 ſec.
Refraction à ſouſtraire 3 12
Parallaxe à ajoûter 5
Vraie hauteur du bord ſupérieur . . 17 57 17
Demi-diametre du Soleil . . . 16 21
Vraie hauteur Méridiene du centre . 17 40 56

Donc la vraie diſtance des Tropiques eſt 46 d. 58 m. 7 ſec.
La moitié qui eſt la plus grande déclinaiſ. du Sol. 23 29 $3\frac{1}{2}$
La hauteur de l'Equateur à l'Obſervatoire, 41 9 $59\frac{1}{2}$
Son complément qui eſt la hauteur du Pole, 48 50 $0\frac{1}{2}$

Obſervations de l'Etoile Polaire.

PAr diverſes obſervations de la plus grande & de la moindre hauteur Méridiene apparente de l'Etoile polaire, qui eſt à l'extrémité de la queuë de la petite Ourſe, on conclut la hauteur apparente du Pole, comme l'a marqué M. Picard dans ſon Livre de la Meſure de la Terre, entre les Portes de S. Jacques & de S. Martin, aux en virons de S. Jacques de la Boucherie, 48 d. 52 m. 20 ſec.

La réduction étant faite ſelon la diſtance des lieux, la hauteur Méridiene apparente du Pole à l'Obſervatoire Roïal, ſera de 48 51 2
La Refraction qni convient à cette hauteur . 1 4
Donc la vraie hauteur du Pole à l'Obſervatoire 48 49 58
Pour laquelle nous prenons, . . 48 50 0
Et par conſequent la hauteur de l'Equateur, 41 10 0

Con-

Connoiſſant l'heure ou le tems vrai ou apparent qu'une Etoile fixe ou une Planete paſſe par le Cercle Meridien, trouver la difference d'aſcenſion droite entre l'Etoile fixe ou la Planete & le Soleil.

IL faut convertir en degrez de l'Equateur le tems donné depuis midi juſqu'au paſſage de l'Etoile fixe ou de la Planete, ou bien le tems depuis leur paſſage juſqu'à midi, & l'on aura ce que l'on cherche.

EXEMPLE.

La Planete de Jupiter a paſſé par le Méridien à 10 h. du matin, 23 m. & 15 ſec. dont la diſtance juſqu'à midi, qui eſt 1 h. 46 m. 45 ſec. étant convertie en degrez de l'Equateur, nous aurons 24 d. 11 m. 15 ſec. pour la difference d'aſcenſion droite entre le Soleil & Jupiter, au moment que le centre de Jupiter a paſſé par le Méridien.

Dans ce problême & le ſuivant nous propoſons le tems vrai ou apparent, & non pas le tems moyen; parce que le tems vrai eſt plus aiſé à connoître par les obſervations du Soleil, que le tems moyen. Nous expliquerons ce que c'eſt que le tems moyen auſſi-bien que le tems vrai ou apparent, dans le 4^me^ Chapitre de ce Livre, en parlant de la Machine pour les Eclipſes.

Connoiſſant le tems vrai entre le paſſage de deux Etoiles fixes par le Méridien, ou bien d'une Etoile fixe & d'une Planete, trouver leur difference d'aſcenſion droite.

IL faut convertir en degrez de l'Equateur le tems donné entre leurs paſſages, & y ajoûter l'aſcenſion droite du vrai mouvement du Soleil qui convient à ce tems; la ſomme ſera la difference que l'on cherche.

EXEMPLE.

Entre les paſſages par le Méridien de l'Etoile du Grand-Chien nommé Sirius, & du cœur du Lion nommé Regulus, il s'eſt écoulé 3 h. 20 m. 0 ſec. de tems, l'aſcenſion droite du vrai mouvement du Soleil qui convient à ce tems, ſoit ſuppoſée de 7 m. 35 ſec.

C'eſt pourquoi convertiſſant en degrez de l'Equateur leſdites 3 h. 20 m. nous aurons 50 d. auſquels ajoûtant 7 m. 35 ſec. la ſomme 50 d. 7 m. 35 ſec. ſera la difference d'aſcenſion droite entre Sirius & Regulus.

Il en eſt de même d'une Etoile fixe & d'une Planete, ou de deux Planetes; cependant il faut remarquer que ſi le mouvement pro-

pre de la Planete ou des Planetes eſt conſiderable entre le paſſage de l'une & de l'autre par le Méridien, il faut y avoir égard.

Maniere d'obſerver les Eclipſes.

ENtre les obſervations des Eclipſes nous avons le commencement & la fin, l'immerſion totale & l'émerſion qui ſe peuvent eſtimer aſſez exactement par les yeux ſeuls, ſans lunetes de longue vûë, excepté néanmoins le commencement & la fin des Eclipſes de Lune où l'on peut faire erreur d'une minute ou 2, à cauſe qu'il eſt difficile de déterminer certainement l'extremité de l'ombre. Mais la quantité de l'Eclipſe, c'eſt-à-dire, la portion éclipſée du diſque du Soleil & de la Lune, laquelle ſe meſure par doigts ou 12^{me} partie de tout le diametre du Soleil & de la Lune, & par minutes ou 60^{me} partie deſdits doigts, ne ſe peut bien connoître ſans une lunete de longue vûë jointe à quelque inſtrument. Car l'eſtimation que l'on en peut faire avec les yeux eſt fort ſujete à erreur, comme il eſt aiſé de réconnoître dans l'Hiſtoire des anciennes Eclipſes, quoique les obſervations en ayent été faites par de très habiles Aſtronomes.

Les premiers Aſtronomes qui ſe ſont ſervis de lunetes de longue vûë, garnies de 2 verres, ſçavoir, l'objectif convexe & l'oculaire concave dans les obſervations des Eclipſes, obſervoient celles de Soleil par la méthode ſuivante. On faiſoit un trou aux volets d'une chambre bien fermée, on y mettoit le tuïau d'une lunete, comme celle que nous venons de décrire; de ſorte que les raïons du Soleil paſſant par ladite lunete, étoient reçûs ſur un carton ou tablete blanche, ſur laquelle on avoit premierement décrit un cercle d'une grandeur convenable, avec 5 autres concentriques & également éloignez l'un de l'autre. Ces cercles avec le centre partageoient en 12 parties égales tout le diametre du cercle extérieur. Ayant donc ajuſté ladite tablete perpendiculaire à la ſituation du tuïau de la lunete, on y voyoit l'image lumineuſe du Soleil d'autant plus grande que cette tablete étoit éloignée de la lentille oculaire vers la partie intérieure de la chambre; c'eſt pourquoi en l'approchant ou reculant dudit tuïau, on cherchoit le lieu où l'image du Soleil paroiſſoit exactement égale à la circonference du cercle extérieur, & en cette diſtance on arrêtoit la tablete avec le tuïau de la lunete qui compoſoit la machine pour ladite obſervation. Enſuite on faiſoit mouvoir le tuïau ſelon le mouvement du Soleil, afin que le bord luminieux de ſon diſque touchât partout la circonference du cercle extérieur décrit ſur la tablete, & par ce moïen on voyoit la quantité de la portion

éclip-

éclipſée, & de ſa plus grande obſcurité, qui ſe meſuroit par le moyen des cercles concentriques; on marquoit l'heure de chaque Phaſe par une Horloge à ſecondes rectifiée & preparée pour cette obſervation. La même méthode s'obſerve encore par pluſieurs Aſtronomes, qui ſe ſervent auſſi d'un Reticule circulaire fait par 6 cercles concentriques ſur du papier très-fin qu'on peut huiler pour rendre l'image du Soleil plus ſenſible. Le plus grand des cercles doit contenir exactement l'image du Soleil au foyer du verre objectif d'une lunete de 40 à 60 pieds, ces 6 cercles ſont à diſtance égale & diviſent avec le cercle le diametre du Soleil en 12 doigts égaux; lorſque ce papier eſt placé au foyer d'une grande lunete, on diſtingue nettement la partie du Soleil qui reſte éclairée; on ne ſe ſert point alors de verre oculaire.

Il y en a d'autres qui ſe ſervent d'un Teleſcope garni de 2 lentilles convexes, d'où s'enſuit le même effet. Mais quoique cet uſage du Teleſcope ſoit très-propre pour obſerver les Eclipſes du Soleil, il eſt cependant inutile pour les Eclipſes de Lune, à cauſe de ſon peu de lumiere. D'autres enfin ſe ſervent d'un Micrometre placé au foier commun des lentilles convexes. Outre la quantité des Phaſes des Eclipſes de Soleil & de Lune, que l'on connoît facilement par ledit Micrometre, on peut de plus connoître les diametres des Luminaires, & la proportion du diametre de la Terre à celui de la Lune, tant par la portion obſcurcie de ſon diſque, que par la portion lumineuſe avec la diſtance entre ſes cornes.

Cette méthode d'obſerver les Eclipſes par le moyen du Micrometre ſera beaucoup plus utile, ſi les diviſions auſquelles s'appliquent les fils de ſoie, ſont faites de ſorte que ſix intervales de fils contiennent le diametre du Soleil ou de la Lune. Car le fil mobile poſé au milieu de la diſtance entre les immobiles, ce qui n'eſt point difficile à faire, marquera chacun des doigts de l'Eclipſe.

La même lunete du Micrometre pourra ſervir à toutes les autres obſervations & meſures des Eclipſes, comme dans les Eclipſes de Lune pour obſerver l'ombre de la terre, laquelle couvre & abandonne les taches.

Il reſte pourtant une difficulté aſſez conſiderable, c'eſt de faire pour chaque Eclipſe une diviſion nouvelle du Micrometre qui puiſſe ſervir d'un raiſeau commun à toutes les obſervations, car à peine trouve t-on deux Eclipſes en tout un ſiecle, auſquelles le diametre apparent du Soleil ou de la Lune ſoit le même.

C'eſt pourquoi M. de la Hire a inventé un nouveau Reticule ou Rai-

Raiſeau, lequel àyant tous les uſages du Micrometre ordinaire, peut ſervir à obſerver toutes ſortes d'Eclipſes, s'accommodant à tous les diametres apparens du Soleil & de la Lune, & dont les diviſions ou fils ſont aſſez fermes & ſolides pour reſiſter à tous les changemens & inconſtances de l'air, quoiqu'ils ſoient auſſi déliez que des fils de ſoie.

La conſtruction & uſage de ce Reticule eſt telle. Premierement, il faut choiſir deux lentilles objectives de lunetes de même foyer, ou à peu près, leſquelles on joint enſemble; comme par exemple, le foïer de deux, lentilles enſemble de 8 pieds, qui eſt la longueur d'une lunete, commode pour obſerver toutes ſortes d'Eclipſes, excepté néanmoins le commencement & la fin des Eclipſes de Soleil, où il faut de plus longues lunetes pour les déterminer exactement.

Secondement, il eſt marqué dans les tables que le plus grand diametre de la Lune à la hauteur de 90 d. eſt de 34 m. 6 ſec. auquel ajoûtant 10 ſec. on aura 34 m. 16 ſec. C'eſt pourquoi il faut dire par la regle de proportion, comme le raïon ou Sinus total, a la tangente de 17 m. 8 ſec. qui eſt moitié de 34 m. 16 ſec. ainſi 8 pieds, ou la longueur du foyer des deux lentilles, aux parties du pied, leſquelles doublées au foyer de la lunete, contiendront un angle de 34 m. 16 ſ. & ce 4^{me} nombre doublé ſera le diametre dudit raiſeau circulaire.

Troiſiémement, ſur un verre bien applani, clair & poli on décrira legerement avec une pointe de diaman, attachée à une des jambes du compas ſix cercles concentriques & également éloignez l'un de l'autre, dont le plus grand & dernier ait le demi-diametre égal au 4^{me} terme ci-devant trouvé. On tire auſſi ſur tous ces cercles deux diametres, ſe croiſans à angles droits. Cette petite platine de verre ainſi préparée étant miſe dans le tuïau, dont nous avons ci devant parlé, & au foyer de la lunete, ſera un raiſeau fort commode pour obſerver toutes les Eclipſes de Soleil & de Lune, & il diviſera en 12 doigts ou parties égales tous les diametres apparens du Soleil & de la Lune, de la maniere que nous allons expliquer.

Il eſt évident par la dioptrique que tous les raïons qui partent des points d'un objet éloigné après leur refraction, par deux lentilles convexes ou jointes ou peu éloignées, dépeindront au foyer commun deſdites lentilles leur image, laquelle ſera d'autant plus grande à proportion que les lentilles ſeront éloignées l'une de l'autre, & que la plus petite ſera lorſque les lentilles ſeront jointes enſemble. C'eſt pourquoi ſi les lentilles objectives, dont on ſe ſert dans cette conſtruction, ſont miſes chacune en un tuïau, & que ces deux

deux tuïaux conviennent ſi bien qu'ils ſe puiſſent emboëter l'un dans l'autre; les lentilles étant conjointes, l'image de l'objet éloigné, dont les raïons partans des extremitez tomberont dans les lentilles ſous un angle de 34. m. 16 ſec. ſurpaſſera de 10 ſec. le plus grand diametre apparent de la Lune; c'eſt pourquoi en éloignant peu à peu les lentilles, on trouvera la poſition en laquelle le plus grand cercle du raiſeau poſé au foyer, répond à un angle de 34 m. 6 ſec. Car l'image d'un objet vû ſous un moindre angle, pourra être égale à l'image du même objet vû ſous un plus grand angle, ſelon la differente longueur des foyers. Mais le raiſeau a ſon tuïau particulier, ce qui fait qu'on le peut éloigner autant qu'on voudra des lentilles objectives. Nous allons ici rapporter deux méthodes pour trouver les poſitions des lentilles & du raiſeau propres à recevoir les differens diametres du Soleil & de la Lune.

Premierement, dans un lieu bien uni & propre à faire des obſervations avec des lunetes, mettez une table blanche à 2 ou 300 toiſes de la lunete, & directement oppoſée à la longueur du tuïau, ſur laquelle table vous aurez tracé deux lignes droites, noires & paralleles, l'intervale deſd. lignes, à l'égard de la diſtance qu'il y a entre lad. table & la lunete, ſoit tel que le requiert un angle de 34 m. 6 ſec. de ſorte que ledit intervale des lignes noires repreſenté au foyer des lentilles objectives y faſſe un angle de 34 m. 6 ſec. ce que l'on aura par une regle de proportion en diſant de même que nous avons dit pour le Micrométre. Comme le Sinus total eſt à la tangente de 17 m. 3 ſec. ainſi la diſtance de la table au tuïau des lentilles objectives eſt à la moitié de l'intervale des lignes noires. Ainſi on cherchera par l'experience le lieu de chaque lentille objective & du raiſeau poſé en leur foyer commun; en ſorte qne la repreſentation des lignes noires embraſſe tout le diametre du plus grand cercle dudit raiſeau. L'on marquera ſur les tuïaux le nombre 34 m. 6 ſec. en chaque poſition des lentilles & de leur foyer ou du raiſeau, afin de pouvoir ajuſter les lentilles & le raiſeau en leur juſte diſtance toutes les fois qu'il s'agira d'un angle de 34 m. 6 ſec.

Enſuite ſi on éloigne davantage ladite table du tuïau, & que ſa diſtance ſoit telle que l'intervale des lignes noires ſoit la baſe d'un angle de 33 m. par exemple, dont le ſommet ſoit aux lentilles de la lunete, ce que l'on connoîtra par le calcul, en diſant, comme la tangente de 16 m. 30 ſec. eſt au Sinus total, ainſi la moitié de l'intervale des lignes noires eſt à la diſtance de la Table aux lentilles. Or dans cette poſition de la lunete & de la table il faudra chercher la

poſition des lentilles entr'elles & du raiſeau, en ſorte que la repreſentation des lignes noires qui ſe fait bien diſtincte au foyer des lentilles, occupe tout le diametre du plus grand cercle du raiſeau; puis l'on marquera le nombre 33 m. ſur les tuïaux à la place où ſe doit mettre chacune des lentilles & le raiſeau. Faites enſuite la même operation pour les angles 32 m. 31 m. 30 & 29 m.

Que ſi l'on diviſe en 60 parties égales les diſtances marquées ſur les tuïaux entre les differentes poſitions des lentilles & du raiſeau qui conviennent a une minute, on aura leurs poſitions pour chaque ſeconde, & par ce moyen le même cercle de vôtre raiſeau pourra s'accommoder à tous les differens diametres apparens du Soleil & de la Lune, & le diametre du plus grand cercle étant diviſé en 12 parties égales, il ſervira à connoître la quantité de toutes les Eclipſes de Soleil & de Lune.

La ſeconde méthode tirée de l'optique, n'étant point fondée ſur un ſi grand nombre d'experiences, paroîtra peut-être plus facile à quelques-uns; car connoiſſant les foyers de chacune des lentilles objectives, on dira:

Comme la ſomme de la longueur des foyers des lentilles (ſoit de même, ſoit de different foyer) moins la diſtance entre les lentilles eſt à la longueur du foyer de la lentille extérieure, moins la diſtance entre les lentilles; ainſi le même terme eſt à un quatriéme, lequel étant ôté de la longueur du foyer de la lentille extérieure, reſtera la diſtance de la lentille extérieure au foyer commun des lentilles, qui eſt le lieu du raiſeau.

On connoîtra auſſi par la même méthode la poſition du foyer commun des lentilles, ſi elles ſont jointes, par le moyen des mêmes termes de la regle ci-deſſus, & ſans avoir aucun égard à la diſtance entre les lentilles, mais pour faire un calcul plus exact il faut compter le lieu des lentilles au milieu de leur épaiſſeur.

C'eſt pourquoi en ſuppoſant pluſieurs diſtances differentes entre les lentilles objectives, on trouvera la longueur de leur foyer, c'eſt-à-dire, le lieu du raiſeau correſpondant à chaque diſtance.

Enſuite on dira, comme la longueur du foyer connu, au demi-diametre du raiſeau tel qu'il ſoit; ainſi le raïon à la tangente de l'angle qui convient au demi-diametre du raiſeau.

Par la même méthode on aura auſſi la grandeur du cercle extérieur dudit raiſeau, en diſant, comme le raïon à la tangente d'un angle de 17 m. 3 ſec. ainſi la longueur du foyer des lentilles jointes qui a été trouvée ci-devant, eſt au demi-diametre du plus grand cercle extérieur.

Ayant

Ayant donc ainſi connu le nombre des minutes & ſecondes compriſes dans le plus grand cercle du raiſeau, ſelon les differens intervales des lentilles, on les écrira ſur chaque tuïau des lentilles & du raiſeau, & de plus on diviſera en ſecondes les diſtances entre les termes trouvez, comme nous avons dit en la premiere méthode. C'eſt pourquoi on trouvera auſſi-tôt les poſitions des lentilles & du raiſeau, qui contiendront les diametres apparens du Soleil & de là Lune tels qu'ils ſeront propoſez.

Que ſi l'on trouve trop de difficulté pour tracer exactement ſur le verre les cercles concentriques, on n'aura qu'à tracer ſur ce verre avec la pointe du diaman 13 lignes droites, parallleles entr'elles & d'égale diſtance, avec une autre ligne droite qui leur ſoit perpendiculaire; mais la longueur de cette perpendiculaire entre les paralleles extrêmes doit être égale au diametre trouvé du plus grand cercle du raiſeau, comme nous avons dit ci-devant. On pourra ſe ſervir de ce raiſeau au lieu de celui qui eſt compoſé de fils de ſoie.

On pourra auſſi ſe ſervir d'un verre ſur lequel on aura tracé des lignes avec une pointe très-fine de diaman, dans le même ordre que ſeroient les fils de ſoie, ſoit pour le Micrometre, ſoit pour la lunete de longue vûë du quart de cercle Aſtronomique ou du Niveau; car cette petite platine de verre étant ajuſtée dans ſon propre cadre; ainſi qu'il a été dit en parlant de la conſtruction du Micrometre, ſervira aux mêmes uſages que les fils de ſoie. Je crois qu'on n'a encore rien découvert juſqu'ici de plus utile en toute l'Aſtronomie pratique, puiſque de pareils raiſeaux ne ſont points ſujets aux inconſtances de l'air; ni à être rongez par des inſectes, ni aux mouvemens de l'inſtrument, qui font que très-ſouvent les fils ſe rompent ou ſe dérangent de leur vraie poſition; ce qui ſera très-commode à tous les Obſervateurs, mais principalement dans les lieux découverts & dans les longs voyages.

L'on peut auſſi ſe ſervir dans l'obſervation des angles, d'un verre avec une ligne tracée dans le milieu, laquelle ſoit un peu plus large que celles que l'on trace pour ſervir de fils de ſoie. On ajuſtera un verre ainſi preparé dans la petite fenêtre qui eſt au bout de la regle ou alidade mobile du Quart Aſtronomique, en ſorte que la ligne tracée ſur la ſurface du verre touche le bord de l'inſtrument & qu'elle ſoit dirigée vers ſon centre, & on s'en ſervira au lieu de cheveu que l'on met ordinairement en cet endroit, lequel eſt ſujet à beaucoup d'incommoditez. *XVII. Planche.* Fig. 9.

Il y a des gens qui préferent les fils de ſoie aux lignes tracées ſur

le verre, dont la ſurface peut cauſer quelque obſcurité aux objets, ou qui peut faire quelque erreur, s'il n'eſt pas bien applani; mais ſi ces difficultez, qui ne ſont d'aucune conſequence, comme on connoîtra par l'uſage, leur font peine, ils pourront ſe ſervir de fils de verre bien droits & bien tendus, au lieu de fils de ſoie, car on en trouve d'auſſi déliez que de la ſoie, & qui ſont aſſez fermes pour reſiſter aux inconſtances de l'air.

Ces filets de verre ſe font en tirant du creuſet qui eſt dans le Fourneau aux Verreries; on prend pour cela avec le bout de la verge de fer dont on ſe ſert, un peu de verre fondu qu'on attache promtement à un grand Devidoir, il ſuit un filet très délié qui tient par un bout au Devidoir, & par l'autre au verre fondu qui eſt dans le creuſet. On tourne avec une grande viteſſe auſſi-tôt le Devidoir, & il ſe forme un filet de verre plus délié que les cheveux, qui ſe ploye & redreſſe ſans ſe caſſer; on s'en ſert ordinairement pour faire des aigretes. On les attache aux lunetes comme les fils de ſoie.

Quoique les phaſes ou apparences des Eclipſes de Lune, dont les Aſtronomes ſe ſervoient dans les uſages Aſtronomiques & Géographiques, ſe puiſſent obſerver bien plus facilement & plus exactement par le moyen de nôtre raiſeau que par les anciennes méthodes; il faut cependant avoüer que l'on obſerve plus commodément l'immerſion & l'émerſion des taches de la Lune dans l'ombre de la terre que les phaſes, à cauſe de leur multitude, & qu'il faut moins d'appareil en ſe ſervant d'une lunete longue ſeulement de 6 pieds, car pour cela il ne faut que la planche qui repreſente le diſque de la Lune dans ſon plein, où ſont marquez les noms propres des taches & des principaux lieux qui paroiſſent ſur le diſque de la Lune, comme on les trouve dans l'Aſtronomie reformée du R. P. Ricioly, & dans le Livre de la Connoiſſance des Tems.

On pourra marquer le tems que les principales taches commenceront d'entrer dans l'ombre, & le tems qu'elles y ſeront toutes plongées, ou bien le tems du commencement & de la fin de leur ſortie, d'où l'on connoîtra le tems de l'immerſion & de l'émerſion de leur centre.

Cette figure de la Lune ſe trouve gravée à l'envers telle qu'elle paroît avec une lunete garnie de deux verres convexes, ce qui a été fait, afin que l'on puiſſe plus facilement rapporter à ladite figure le paſſage de l'ombre de la Terre par les taches de la Lune.

On tire de grands avantages des obſervations des Eclipſes, car ſi l'on marque exactement le tems du commencement d'une Eclipſe

de

de Lune, de ſon immerſion totale dans l'ombre, de ſon émerſion & de ſa fin, comme auſſi du paſſage de l'ombre de la Terre par les taches dépeintes ſur ſa figure, on aura la difference des longitudes des lieux où ſe feront les obſervations, comme ſçavent tous les Aſtronomes. Mais parce qu'il arrive rarement des Eclipſes de Lune que l'on puiſſe obſerver en differens païs, pour en conclure la difference de leur longitude, on peut à leur place obſerver les Eclipſes des Satellites de Jupiter; c'eſt-à-dire, leurs immerſions & émerſions dans ſon ombre, mais principalement du premier, dont le mouvement étant très-vîte autour de Jupiter, on peut en faire commodément pluſieurs obſervations pendant le cours d'une année, & de-la on peut connoître exactement la difference des longitudes des lieux où ſe font leſdites obſervations.

Il faut pourtant remarquer, que les Eclipſes de Lune n'ont pas beſoin d'un ſi grand appareil que les Eclipſes des Satellites de Jupiter, leſquelles on ne peut obſerver facilement & exactement à moins que d'avoir une lunete de 12 pieds de long, au lieu que les Eclipſes de Lune ſe peuvent obſerver ſant lunete, s'il ne s'agit que des phaſes du commencement & de la fin, ou de l'immerſion & de l'émerſion, ou bien avec une lunete de mediocre longueur, on peut obſerver les immerſions & émerſions de ſes taches.

M. de Caſſini très-habile Aſtronome de l'Academie Roïale des Sciences, a mis au jour l'an 1693, des Tables exactes des mouvemens des Satellites de Jupiter. C'eſt pourquoi en comparant le tems de l'immerſion ou de l'émerſion du premier Satellite de Jupiter trouvé par les Tables dreſſées pour l'Obſervatoire, avec les obſervations faites en tous autres lieux, par la difference du tems on connoîtra la difference des longitudes entre l'Obſervatoire & le lieu de l'obſervation. Ce qui ſe pourra confirmer en obſervant le même phénomene en l'un & l'autre lieu.

Il eſt à propos d'avertir ici les Obſervateurs d'un cas qui empêche ſouvent d'obſerver exactement les Satellites de Jupiter. Dans un tems ſerein on remarque ſouvent que la ſplendeur de Jupiter & de ſes Satellites s'éteint peu, de ſorte qu'il eſt impoſſible de déterminer exactement le vrai tems de l'immerſion ou émerſion. La cauſe de cet accident vient de la lentille objective, laquelle ſe couvre toute de goutes de roſée, qui détournent les raïons de lumiere, ce qui fait qu'il y en a très-peu qui parviennent juſqu'à l'œil.

Un remede très-ſûr à cette incommodité, eſt qu'en faiſant un tuïau de papier brouillard, c'eſt-à-dire, tournant 2 ou 3 feüilles

l'une ſur l'autre, on fera un tuïau long d'environ 2 pieds aſſez ample pour embraſſer le bout du tuïau de la lunete du côté du verre objectif. Ce tuïau ainſi ajuſté boira la roſée de la nuit, & empêchera quelle ne parvienne juſqu'au verre; & par ce moyen on pourra commodément faire les obſervations.

La difficulté dans les obſervations des Eclipſes du Soleil & de la Lune, eſt d'obſerver exactement les doigts éclipſez. M. le Chevalier de Louville de l'Academie des Sciences, a dans l'idée une Machine pour pouvoir faire ſuivre le Micrometre à l'Aſtre qu'on obſerve; car comme l'Aſtre va dans un ſens, pendant que l'ombre va dans un autre, l'Obſervateur n'a pas le tems de meſurer la quantité du diſque qui reſte illuminé. M. de Louville propoſe une Machine paſſallatique, qui étant jointe à un horloge de fer qui feroit tourner une manivelle attachée à une vis ſans fin, par le moyen de laquelle ce mouvement d'horloge ſeroit tellement diſpoſé, qu'il feroit tourner ladite Machine, avec la viteſſe du mouvement diurne du Soleil; par ce moyen on pourroit faire en ſorte qu'un des fils du Micrometre ſeroit toûjours vis-à-vis ou bord du Limbe de l'Aſtre oppoſé à l'endroit le plus éclipſé; & l'Obſervateur n'ayant pour lors qu'à ſonger à prendre cette quantité, par le moyen de la vis du Micrometre, il en pourroit aiſément venir à bout; ce qu'on ne ſçauroit faire par toute autre Machine qu'on ait inventée juſqu'à preſent.

CHAPITRE IV.

De la Conſtruction & Uſage d'une Machine qui montre les Eclipſes, tant du Soleil que de la Lune, les mois & les années lunaires, avec les Epactes.

XVIII. Planche. Fig. 5.

CEtte Machine eſt inventée par M. de la Hire, & eſt compoſée de trois platines rondes de cuivre ou de carte, & d'une regle ou alidade qui tourne autour d'un centre commun vers le bord de la platine ſupérieure qui eſt la plus petite. Il y a deux bandes circulaires, dans leſquelles on a fait de petites ouvertures rondes, dont les extérieures marquent les nouvelles Lunes, & l'image du Soleil, & les intérieures marquent les pleines Lunes, & l'image de la Lune. Le bord de cette platine eſt diviſé en 12 mois lunaires qui contiennent chacun 29 jours 12 heures 44 min. mais de telle ſorte que la fin du 12^{me} mois, qui fait le commencement de la ſeconde année lunaire, ſurpaſſe la premiere nouvelle Lune de la quantité de 4, des 179 diviſions marquées ſur la platine du milieu.

Au

Au bord de cette platine il y a un index attaché, dont l'un des côtez, qui eſt en la ligne de foi, fait partie d'une ligne droite qui tend au centre de la Machine; laquelle ligne paſſe auſſi par le milieu de l'une des ouvertures extérieures qui montre la premiere nouvelle Lune de l'année Lunaire. Le diametre des ouvertures eſt égal à l'étenduë de quatre degrez ou environ.

Le bord de la ſeconde platine eſt diviſé en 179 parties égales, qui ſervent pour autant d'années lunaires, dont chacune eſt de 354 jours & 9 heures on environ. La premiere année commence au chifre 179, auquel finit la derniere.

Les années accomplies ſont marquées chacune par leurs chifres 1, 2, 3, 4, &c. qui vont de 4 en 4 diviſions, & qui font 4 fois le tour pour achever le nombre 179, comme on le voit en la figure de cette platine. Chacune des années lunaires comprend 4 deſdites diviſions, de ſorte qu'en cette figure elles anticipent l'une ſur l'autre de 4 deſdites 179 diviſions du bord.

Sur cette même platine au-deſſous des ouvertures de la premiere, il y a aux deux extremitez d'un même diametre un eſpace coloré de noir, qui répond aux ouvertures extérieures, & qui marque les Eclipſes de Soleil, & un autre eſpace rouge qui répond aux ouvertures intérieures, qui marque les Eclipſes de la Lune. La quantité de chaque couleur qui paroît par les ouvertures fait voir la grandeur de l'Eclipſe. Le milieu des deux couleurs, qui eſt le lieu du nœud de la Lune, répond d'un côté à la diviſion marquée 4, & $\frac{1}{2}$ de degré de plus; & d'autre côte il répond au nombre oppoſé.

La figure de l'eſpace coloré ſe voit ſur cette ſeconde platine, & ſon amplitude ou étenduë marque les termes des Eclipſes.

La troiſiéme & la plus grande des platines qui eſt au-deſſous des autres, contient les jours & les mois des années communes. La diviſion commence au premier jour de Mars, afin de pouvoir ajoûter un jour au mois de Février, quand l'année eſt biſſextille. Les jours de l'année ſont décrits en forme de ſpirale, & le mois de Février paſſe au-delà du mois de Mars, à cauſe que l'année lunaire eſt plus courte que l'année ſolaire, de ſorte que la 15^{e} heure du 10^{e} jour de Février répond au commencement du mois de Mars. Mais après avoir compté le dernier jour de Février, il faut retrograder avec les deux platines ſupérieures dans l'état où elles ſe trouvent pour reprendre le premier jour de Mars. Il y a 30 jours marquez au-deuant du mois de Mars qui ſervent à trouver les Epactes.

Il faut remarquer que les jours, comme nous les prenons ici, ne

ſont

ſont point accomplis ſuivant l'uſage des Aſtronomes, mais comme le vulgaire les compte, commençant à une minuit & finiſſant à minuit du jour ſuivant. C'eſt pourquoi toutes les fois qu'il s'agit du premier jour d'un mois, ou de tout autre, nous entendons l'eſpace de ce jour marqué dans la diviſion; car nous comptons ici les jours courans, ſuivant l'uſage vulgaire.

Dans le milieu de la platine ſupérieure on a décrit des Epoques qui marquent le commencement des années lunaires, par rapport aux années ſolaires, ſelon le Calendrier Grégorien & pour le Méridien de Paris. Le commencement de la premiere année, dont la marque doit être zero, & qui répond à la diviſion 179, eſt arrivée à Paris le 29 Fevrier à 14 heures & demie de l'année 1680.

La fin de la premiere année lunaire, qui eſt le commencement de la ſeconde, répond à la diviſion marquée 1, & elle eſt arrivée à Paris l'an 1681, le 17 Février a 23 h. & $\frac{1}{2}$, en comptant comme nous avons dit, 24 h. de ſuite d'une minuit à l'autre.

Et de crainte qu'il n'y eût quelque erreur en rapportant les diviſions du bord de la ſeconde platine avec celles des Epoques des années lunaires qui leur correſpondent, nous avons mis les mêmes nombres aux unes & aux autres.

Nous avons marqué les Epoques de ſuite de toutes les années lunaires, depuis l'année 1700 juſqu'à l'année 1750, afin que l'uſage de cette Machine fût plus facile pour accorder enſemble chacune deſdites années lunaires & ſolaires. Quant aux autres années de nôtre Cycle de 179 ans, il ne ſera pas difficile de le rendre complet en ajoûtant 354 jours 8 heures 48 minutes & deux tiers pour chaque année lunaire.

La regle ou alidade qui s'étend du centre de l'inſtrument juſqu'au bord de la plus grande platine, ſert à rapporter les diviſions d'une platine avec celles des deux autres. Que ſi l'on applique cette Machine à un Horloge, on aura un inſtrument parfait & accompli en toutes ſes parties.

La Table des Epoques qui eſt dreſſée pour le Méridien de Paris pourra facilement ſe réduire aux autres Méridiens, ſi pour les lieux plus Orientaux que Paris, on ajoûte le tems de la difference des Méridiens, & au contraire ſi on l'ôte pour les lieux plus Occidentaux.

Il eſt à propos de mettre la Table des Epoques au milieu de la platine ſupérieure, afin qu'elle ſe puiſſe voir avec cette Machine.

Maniere

Maniere de faire les diviſions ſur les Platines.

LE cercle de la plus grande Platine eſt diviſé de telle façon que 368 d. 2. m. 42 ſec. comprennent 354 jours 9 heures un peu moins; d'où il s'enſuit que ce cercle doit contenir 346 jours 15 h. leſquelles on peut prendre ſans erreur ſenſible pour deux tiers de jour. Or pour diviſer un cercle en 346 parties égales & deux tiers, réduiſez le tout en tiers qui ſont en cet exemple 1040 tiers; cherchez enſuite le plus grand nombre multiple de 3, qui ſe puiſſe facilement diviſer par moitié & qui ſoit contenu en 1040. Ce nombre ſe trouvera dans une progreſſion géométrique double, dont le premier & moindre terme ſoit 3, comme par exemple, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192, 384, 768.

Le 9me nombre de cette progreſſion eſt celui qu'on cherche. Il faut donc ſouſtraire 768 de 1040, reſtera 272, & chercher combien ce nombre reſtant fait de degrez, minutes & ſecondes par la regle de 3, en diſant:

1040 tiers, 360 deg. 272 tiers, 94 deg. 9 min. 23 ſec.

C'eſt pourquoi retranchez dudit cercle un angle de 94 d. 9. m. 23 ſec. & diviſez le reſte du cercle toûjours par moitié, après avoir fait huit ſubdiviſions vous parviendrez au nombre 3, qui ſera l'arc d'un jour, par lequel diviſant auſſi l'arc de 94 d. 9 m. 23 ſec. tout le cercle ſe trouvera diviſé en 346 jours & 2 tiers; car il y aura 256 jours dans le plus grand arc, & 90 jours 2 tiers dans l'autre. Chacun de ces eſpaces répond à 1 d. 2 m. & 18 ſec. comme on voit en diviſant 360, par 346, 2 tiers, & 10 jours, répondent à 10 d. 23 m. & par ce moyen on pourroit faire une Table qui ſerviroit à diviſer cette platine.

Ces jours ſeront enſuite diſtribuez à chacun des mois de l'année, ſuivant le nombre qui leur convient, en commençant par le mois de Mars, & continuant juſqu'à la 15me heure du 10 de Février, qui répond au commencement de Mars, & le reſte dudit mois de Fevrier paſſe au-delà & par deſſus.

Le cercle de la ſeconde Platine doit être diviſé en 179 parties égales; pour cet effet cherchez le plus grand nombre qui ſe puiſſe toûjours diviſer par moitié juſqu'à l'unité, & qui ſoit contenu en 179; vous trouverez 128, lequel ôté de 179, reſte 51. Cherchez quelle partie de la circonference du cercle fait ledit reſte par la regle de 3, en diſant 179 part. 360 d. 51 part. 102 d. 34 m. 11 ſec.

C'eſt pourquoi ayant retranché du cercle un arc de 102 d. 34

m. 11 ſec. diviſez le reſte dudit cercle toûjours par moitié, & après avoir fait 7 ſubdiviſions vous parviendrez à l'unité; ainſi cette partie de cercle ſera diviſée en 128 parties égales; & puis avec la même derniere ouverture de compas vous diviſerez l'arc reſtant en 51 parties, & tout le cercle ſe trouvera diviſé en 179 parties égales, dont chacune répond à 2 deg. & 40 ſec. comme il eſt aiſé de voir en diviſant 360 deg. par 179; & c'eſt un ſecond moyen pour diviſer ladite Platine.

Enfin, pour diviſer le cercle de la Platine ſupérieure, prenez le quart de ſa circonference, & y ajoûtez une des 179 parties ou diviſions du bord de la Platine du milieu; le compas ouvert du quart ainſi augmenté, ayant tourné 4 fois, diviſera ledit cercle de la maniere qu'il doit être; car en ſubdiviſant chacun deſdits quarts en 3 parties égales, on aura 12 eſpaces pour les 11 mois lunaires, de telle ſorte que la fin du 12^{me} mois, qui fait le commencement de la ſeconde année lunaire, ſurpaſſe la premiere nouvelle Lune de 4 des 179 diviſions marquées ſur la Platine du milieu.

Uſage de cette Machine.

UNe année lunaire étant propoſée, trouver les jours de l'année ſolaire qui lui répondent, dans leſquels doivent arriver les nouvelles & pleines Lunes & les Eclipſes.

Soit propoſée, par exemple, la 24^{me} année lunaire de la Table des Epoques, qui répond à la diviſion de la Platine du milieu marquée (24.) Arrêtez la ligne de foi de l'index à la Platine ſupérieure ſur la diviſion marquée 24, en la Platine du milieu où eſt le commencement de la 25^{me} année lunaire. Et voyant par la Table des Epoques que ce commencement tombe ſur le 14^{me} jour de Juin de l'année 1703. à 9 heures 52 min. tournez enſemble les deux Platines ſupérieures en cet état, juſqu'à ce que la ligne de foi de l'index attaché à la Platine ſupérieure convienne avec la 10^{me} heure ou environ du 14^{me} Juin, marquée ſur la Platine inférieure, auquel tems arrive la premiere nouvelle Lune de l'année lunaire propoſée, car la ligne de foi de l'index paſſe par le milieu de l'ouverture de la premiere nouvelle Lune de ladite année lunaire.

Enſuite, ſans changer la ſituation des trois Platines, étendez depuis le centre de l'inſtrument un fil où la regle mobile la faiſant paſſer par le milieu de l'ouverture de la premiere pleine Lune, la ligne de foi de cette regle répondra au commencement du 29^{me} jour dudit mois de Juin à 4 h. un quart, qui eſt le tems de cette pleine Lune,

ne, laquelle ſera totalement éclipſée, comme il paroît par la couleur rouge qui remplit toute l'ouverture de cette pleine Lune.

Nous connoîtrons par un ſemblable moyen qu'à la nouvelle Lune qui doit arriver environ les trois heures du matin du 14me Juillet, il y aura une Eclipſe partiale de Soleil.

Si l'on pourſuit plus avant, on remarquera les Eclipſes qui doivent arrriver pendant le mois de Decembre de la même année 1703, & vers le commencement de l'année ſuivante. Mais comme la 10me nouvelle Lune paſſe au-delà du 28me jour de Fevrier, ayant conduit l'alidade juſqu'au dit jour 28me Fevrier, faites retrograder les deux Platines ſupérieures conjointement avec l'alidade, en l'état où elles ſe trouvent, juſqu'à ce que la ligne de foi ſe rencontre ſur le commencement de Mars par où nous avons commencé la diviſion de l'année; d'où conduiſant la Regle par toutes les ouvertures des nouvelles & pleines Lunes, vous connoîtrez ſur la derniere Platine les tems qu'elles doivent arriver.

Mais comme la treiziéme nouvelle Lune eſt la premiere de l'année lunaire ſuivante, laquelle répond au nombre 25 des diviſions de la Platine du milieu, on laiſſera les deux Platines inférieures en l'état où elles ſe trouvent, & on avancera celle de deſſus juſqu'à ce que la ligne de foi de ſon index convienne avec le nombre 25 de la Platine du milieu, auquel point elle marquera ſur la derniere & plus grande Platine le jour de la premiere nouvelle Lune de la 26me année lunaire, ſelon l'ordre de nôtre Epoque, laquelle arrivera le ſecond jour de Juin, 18 h. 40 m. de l'an 1704, & enſuite conduiſant la regle mobile ſur le milieu des ouvertures des nouvelles & pleines Lunes, elle marquera ſur la derniere Platine les jours qu'elles doivent arriver auſſi-bien que les Eclipſes juſqu'à la fin de Fevrier, après quoi il faudra faire le même que pour l'année precedente, c'eſt-à dire, qu'après être parvenu à la fin de Fevrier, il faudra retrograder juſqu'au premier jour de Mars.

On pourroit ainſi trouver les commencemens de toutes les années lunaires ſans ſe ſervir de la Table des Epoques; mais d'autant qu'il n'eſt pas poſſible d'ajuſter ſi exactement les Platines & l'alidade les unes ſur les autres qu'il ne ſe gliſſe quelque erreur, qui s'augmenteroit d'année en année, ladite Table des Epoques ſervira pour rectifier l'uſage de cette Machine.

En poſant la ligne de foi de la regle mobile ſur l'âge de la Lune, entre les jours des mois lunaires marquez ſur le bord de la Platine ſupérieure, on verra les jours des mois communs correſpondans, &

à peu près les heures, ſur le bord de la Platine inférieure.

Il eſt a remarquer que les calculs de la Table des Epoques ſont faits pour les tems moyens des nouvelles Lunes, qui ſuppoſent les mouvemens du Soleil & de la Lune toûjours égaux; c'eſt pourquoi il ſe trouve quelque difference d'avec les tems apparens des nouvelles & pleines Lunes & des Eclipſes, telles que nous les voyons de la Terre, comme elles ſont marquées dans les Ephemerides.

Les mouvemens propres du Soleil & de la Lune, auſſi-bien que ceux des autres Planetes nous paroiſſent tantôt plus vîtes, & tantôt plus lents: Cette inégalité apparente vient en partie de ce que leurs orbites ne ſont pas concentriques à la terre, & en partie de ce que les arcs égaux de l'écliptique qui eſt oblique à l'équateur, ne paſſent pas toûjours par le Méridien avec des parties égales de l'équateur. Les Aſtronomes, pour la facilité de leurs calculs ont imaginé un mouvement qu'ils appellent moyen ou égal, ſuppoſans que les Planetes décrivent en des tems égaux, des arcs égaux de leurs orbites. Le tems qu'ils appellent vrai ou apparent eſt la meſure du mouvement vrai ou apparent, & le tems moyen eſt la meſure du moyen mouvement. Ils ont auſſi inventé des regles pour réduire les tems moyens en tems vrais ou apparens, (ces deux mots ſignifians en cette occaſion la même choſe,) & au contraire pour réduire les tems vrais ou apparens en tems moyens.

Pour trouver par le calcul ſi une nouvelle ou pleine Lune ſera Ecliptique.

POur les nouvelles Lunes, multipliez par 7361 le nombre des mois lunaires accomplis depuis celui qui a commencé le 8me Janvier 1701, ſuivant le Calendrier Grégorien, juſqu'à celui qu'on examine; ajoûtez au produit le nombre 33890, & diviſez la ſomme par 43200, après la diviſion, ſans avoir égard au quotien, examinez le reſte, ou la difference entre le diviſeur & le reſte, car ſi l'un ou l'autre eſt moindre que le nombre 4060, il y aura Eclipſe de Soleil.

Mais s'il s'agit d'une pleine Lune, multipliez ſemblablement par 7361, le nombre des mois lunaires accomplis depuis celui qui a commencé le 8me Janvier 1701, juſqu'à la nouvelle Lune qui a precedé la pleine Lune qu'on examine; ajoûtez au produit 37326. & diviſez la ſomme par 43200; la diviſion étant faite ſi le reſte ou la difference entre, le reſte & le diviſeur eſt moindre que le nombre 2800, il y aura Eclipſe de Lune.

L'E-

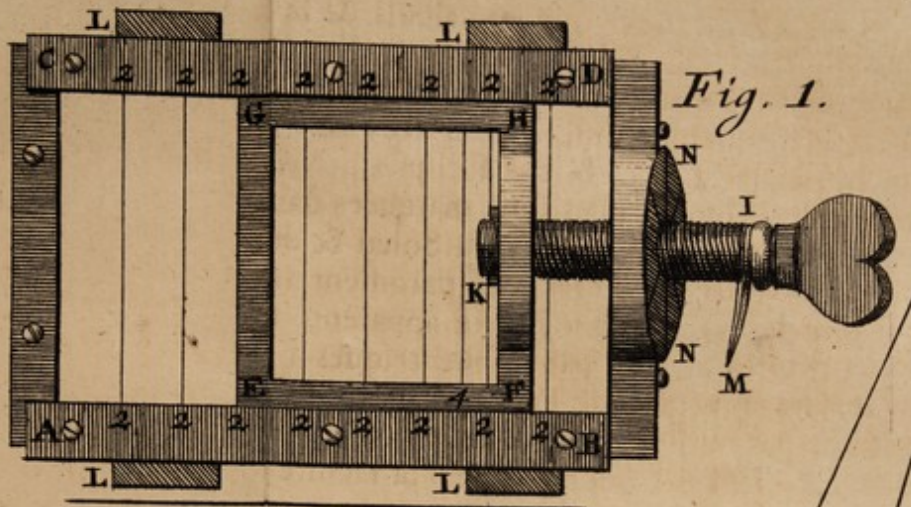


Fig. 1.

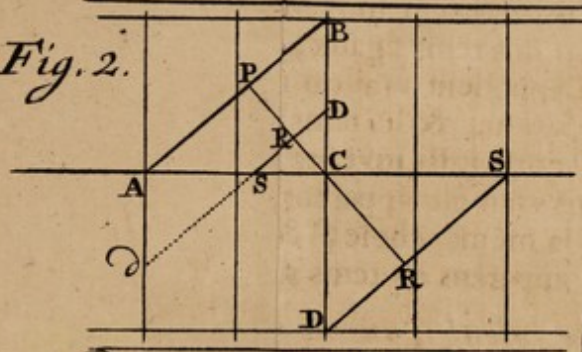


Fig. 2.

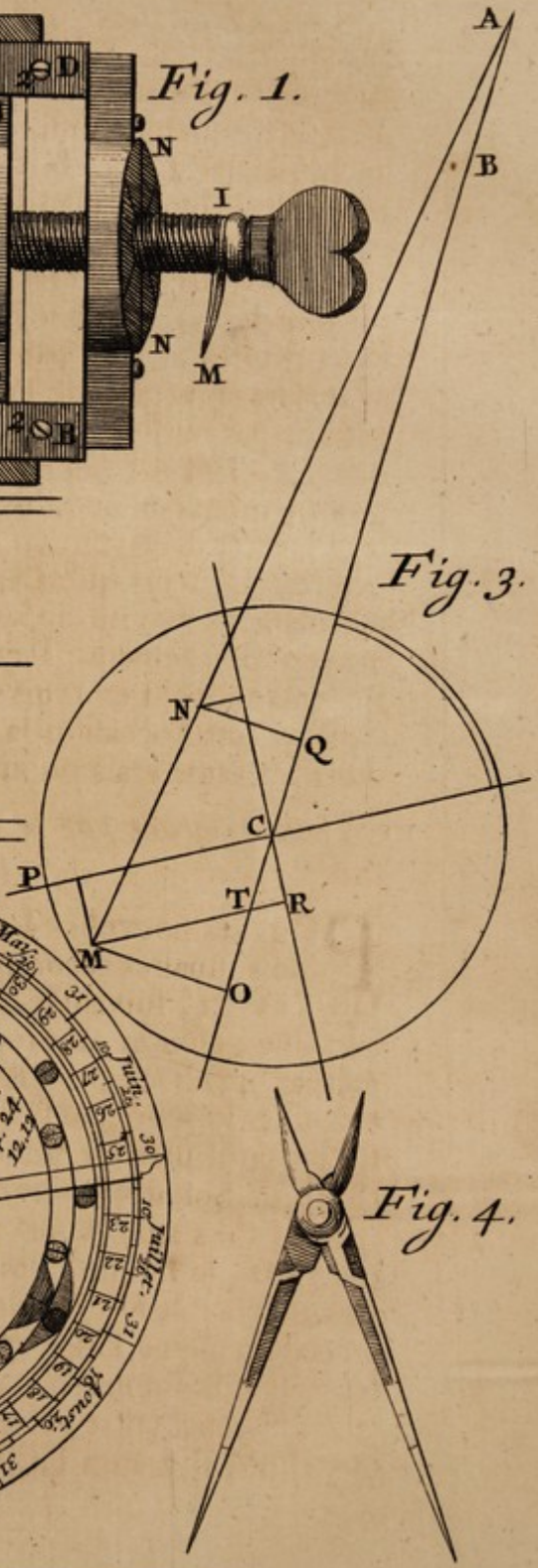


Fig. 3.

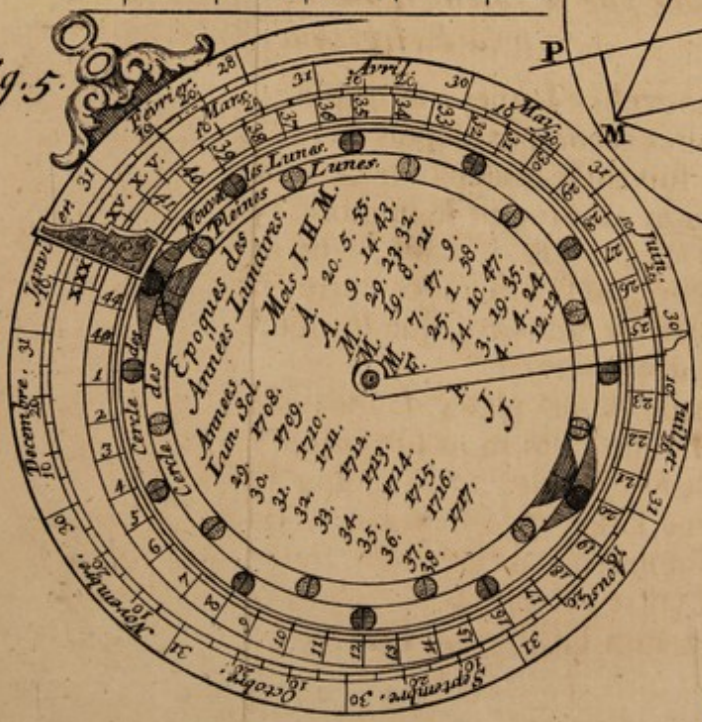


Fig. 5.

Fig. 4.

L'Eclipſe de Soleil ou de Lune ſera d'autant plus grande que le reſte, ou la difference ſera petite; & au contraire.

Exemple d'une nouvelle Lune.

ON demande ſi la nouvelle Lune du 22 May de l'année 1705, a été écliptique.

Depuis le 8 Janvier 1701, juſqu'au 22 May 1705, il y a 54 lunaiſons accomplies. Multipliez, ſelon la regle, ce nombre 54, par 7361, & au produit ajoûtez 33890; la ſomme étant diviſée par 43200, reſtera 42584, qui eſt plus grand que 4060, & la difference entre le reſte 42584, & le diviſeur 43200 eſt 616, laquelle eſt moindre que 4060; c'eſt pourquoi il y aura Eclipſe de Soleil.

Exemple d'une pleine Lune.

S'Il eſt queſtion de la pleine Lune du 27 d'Avril de l'année 1706, nous trouvons 65 lunaiſons accomplies depuis la nouvelle Lune du 8 Janvier 1701, juſqu'à celle qui a precedé la pleine Lune en queſtion : c'eſt pourquoi ayant multiplié ſelon la regle, ledit nombre 65 par 7361, & ajouté au produit 37326, la ſomme ſera 515791, laquelle étant diviſée par 43200, ſans avoir égard au quotien, le reſte ſera 40591, plus grand que 2800 la difference entre le diviſeur & ce reſte eſt 609, qui eſt moindre que 2800 c'eſt pourquoi il y a eu Eclipſé de Lune ledit jour 27 Avril 1706.

J'ai diviſé & fait graver des Planches d'une bon grandeur, pour monter cet Inſtrument en cartons. J'ai fait auſſi imprimer ſéparérement un petit Livre pour expliquer ſon uſage.

Les Spheres des differens ſyſtêmes & les Globes celeſtes ſont auſſi des Inſtrumens qui ſervent à l'Aſtronomie, auſſi-bien que les Aſtrolabes. Nous n'en diſons rien ici, en ayant ſuffiſamment parlé dans deux Traitez ſéparez, qui expliquent aſſez bien leurs conſtructions & leurs uſages.

Celui des Globes & Spheres eſt ſous la Preſſe pour la quatriéme Edition, avec quelques augmentations qui feront plaiſir.

J'ai fait graver depuis peu des Spheres ſuivant les differens ſyſtêmes, & des Globes qui ſont d'une grande beauté & faits avec toute la juſteſſe poſſible; comme auſſi un Planiſphere celeſte d'une grandeur convenable & tres-commode pour connoître à tout moment l'état du Ciel, dont la conſtruction & les uſages ſont expliquez dans un petit Traité que j'ai fait auſſi imprimer dant le même tems.

CHAPITRE V.

Diſcription d'un Horloge à pendule, à Secondes, & à Contre-poids, pour les Obſervations Aſtronomiques.

Planche B. Fig. 1.

LA Figure ci-jointe fait voir la compoſition d'une pendule à ſecondes, dont les deux Platines AA, BB, ont environ un demi-pied de long & deux pouces & demi de large; ces Platines ont aux quatre coins quatre petits baluſtres, afin qu'elles ſoient éloignées l'une de l'autre d'un pouce & demi. Ces Platines ſervent à tenir les axes des principales rouës: la premiere de ces rouës, qui eſt la plus baſſe, & qui eſt marquée C, à 80 dents: a l'axe de cette rouë eſt attachée une petite poulie, qui a des pointes de fer DD, afin de tenir la corde à laquelle les poids ſont attachez, de la maniere que nous le dirons dans la ſuite; la rouë C, par le moyen du poids tourne & s'engraine des le pignon E, qui a 8 dents, & ainſi fait mouvoir la rouë F, qui eſt attachée à l'axe du pignon E; cette rouë F a 48 dents, & s'engraine dans le pignon G, qui a 8 dents, dont l'axe porte la rouë H, qui a autant de dents que la rouë precedente F, ſçavoir 48; mais cette rouë n'eſt pas faite comme les autres, elle eſt en maniere de couronne; les dents de cette derniere rouë s'engrainent dans le pignon I, dont l'axe qui eſt à plomb, porte la rouë K, ce pignon I a 24 dents, & la rouë K en a 15, dont les dents ſont faites en forme de ſcie; ſur cette rouë il y a un axe en travers, qui a deux paletes LM, & qui eſt ſoûtenu par les tenons N Q & P; ces tenons ſont attachez à la Platine B B: il eſt à remarquer qu'aux tenons N Q, la partie Q d'en bas qui paroît, eſt percée d'un grand trou, pour laiſſer paſſer l'axe L M; cette partie Q, qui eſt attachée à la partie inférieure du tenon N, tient auſſi la rouë K & le pignon I. Dans la platine BB, il y a une grande ouverture, afin de laiſſer paſſer par delà cette Platine, l'axe & les paletes LM; cet axe qui eſt en pointe, s'infere dans le tenon P, & ſe meut ainſi plus facilement que s'il étoit ſoutenu par la Platine B B, & paſſe par-delà cette platine; ce qui ſe doit faire ainſi néceſſairement afin d'y pouvoir mettre le petit gouvernail S, qui puiſſe faire avec l'axe les mêmes mouvemens ou vibrations, ce mouvement eſt reciproque, ſe faiſant tantôt d'une côté & tantôt de l'autre; les dents de la roue K rencontrent alternativement les paletes L L, comme dans les Horloges ordinaires; ce qui n'a pas beſoin d'une plus grande explication.

Le

Le petit gouvernail S eſt récourbé en ſa partie inférieure & percée dans le milieu par une fente, par laquelle paſſe la verge de fer, qui ſert de pendule, à laquelle eſt attaché le plomb X; cette verge eſt ſuſpenduë par le haut avec un fil double entre deux lames, dont on ne voit dans cette premiere figure que celle marquée T; la figure 2 fait voir la maniere dont le pendule eſt attaché, & la courbure des deux lames, qu'on appelle cycloïde, dont on parlera dans la ſuite. Fig. 2.

Il eſt facile de voir de quelle maniere cet Horloge ſe meut par la force des roues qui ſont tirées par le poids; car pour ce qui eſt des autres figures on en parlera dans la ſuite. Le mouvement eſt continué par le pendule V X, lorſqu'on l'a mis une fois en branle, qui fait aller tout l'Horloge, parce que le petit gouvernail S, quoiqu'il ſoit fort leger étant en mouvement, non ſeulement va comme le pendule, mais il aide encore tant ſoit peu le mouvement par ſes vibrations, & le rend ainſi perpetuel, lequel ſans cela, par la reſiſtance de l'air, deviendroit à rien, & demeureroit enfin en repos: mais comme le propre de ce pendule eſt de ſe mouvoir toûjours également, tant que ſa longueur ne change point, étant ſuſpendu entre les deux lames, cela fait que la roue K ne peut aller ni plus vîte ni plus lentement, comme il arrive dans les autres Horloges ordinaires ſans pendule, mais chaque dent eſt contrainte de paſſer néceſſairement en des tems égaux; ce qui fait que les autres roues & l'éguille du cadran ſont obligées de faire leurs revolutions égales, le tout ſe mouvant proportionnellement. C'eſt pourquoi s'il y avoit quelque défaut dans la conſtruction de l'Horloge, ou que les axes des roues euſſent de la peine à ſe mouvoir, à cauſe de l'intemperie de l'air, pourvû qu'elle ne s'arrête point, il n'y a rien à craindre de ces inégalitez, & elle ira toûjours bien ſi ſon mouvement ne ceſſe point.

Pour ce qui eſt des éguilles pour marquer les heures, minutes & ſecondes, ou les diſpoſera de la maniere ſuivante. La troiſiéme Platine Y Y, eſt parallele aux deux precedentes, & eſt éloignée de trois lignes de celle qui eſt marquée A A. Dans cette Platine on décrira intérieurement du centre *a*, qui ſort en dehors, & qui eſt la partie de l'axe, qui porte la roue C, le cercle horaire, qui ſera diviſé en 12: on décrira encore un autre cercle, qu'on diviſera en 60 parties, qui ſeront les miuutes d'heure. On mettra ſur l'axe R, par-delà la Platine A A, la roue *b*, qui ſera attachée à un petit tuïau, qui ira juſqu'en *c*, par-delà la Platine Y Y, & ſera juſtement attachée à l'axe qu'il tournera avec lui; en ſorte cependant qu'on pourra le faire tourner ſeul, lorſqu'il en ſera beſoin. On mettra en *e* l'éguille,

qui

qui marquera les minutes, & qui fera ſon tour en une heure. La rouë *b*, dont on a parlé, fera mouvoir la rouë *n*, qui a autant de dents qu'elle, ſçavoir 30, & la rouë *f* s'engrainera dans le pignon *h*, qui a 6 dents, ayant un petit axe qui leur eſt commun, qui ſera ſoûtenu par le tenon *l*; ce pignon fera mouvoir la rouë *f*, qui aura 72 dents, qui ſera attaché à un petit tube ou tuïau, qui paſſera par-delà la Platine Y, & s'étendra juſqu'a *g*, un peu en deçà du petit tube, qui eſt attaché à la rouë *b*, & qui l'environnera. A l'extremité du petit tuïau *g* on mettra l'éguille qui montrera les heures, qui ſera plus petite que celle qui doit marquer les minutes, devant faire ſon tour intérieurement: mais afin qu'on ne puiſſe ſe tromper lorſqu'on voudra voir les ſecondes, on mettra à l'extremité de l'axe de la rouë H, une Platine ronde *m*, qui ira juſqu'en Y; cette Platine ſera diviſée en 60 parties, on fera une ouverture Z en la Platine Y, & en la partie ſupérieure on mettra une petite pointe O, pour marquer les ſecondes 3 on verra plus facilement la diſpoſition de toutes ces éguilles & de ces cercles en la figure 3, qui repreſente l'extérieur de l'Horloge.

Ayant parlé de la diſpoſition des rouës, il faut déterminer la longueur du Pendule, qui doit être telle qu'il puiſſe marquer les ſecondes à chaque vibration ou battement; cette longueur doit être de 3 pieds 8 lignes $\frac{1}{2}$ du pied de Paris, à commencer du point de ſuſpenſion T, qui eſt le commencement de la courbure du Cycloïde, juſqu'au centre du poids X.

Nous allons dire quelque choſe du tems de la revolution des rouës, & de celle des éguilles, afin qu'on voye que tout ce qu'on a dit ci-devant du nombre des dents convient enſemble. Ainſi une revolution de la rouë C en fera faire 10 à la rouë F 60 à la rouë H, & 100 à la rouë ſupérieure K, laquelle ayant 15 dents & pouſſant alternativement les paletes LL, fera 30 vibrations, qui ſeront autant d'allées & venuës du Pendule VX; ainſi 120 converſions répondront à 3600 vibrations, qui eſt la quantité de ſecondes contenuës en une heure de tems; ainſi la rouë C fait ſa révolution en une heure de tems, & l'éguille *e* qui y eſt attachée, montrera les minutes; & comme dans le même eſpace de tems la rouë *b* fait ſa révolution ainſi que la rouë *f*, avec ſon pignon *h*, qui a 6 dents; & comme le nombre des dents de la rouë *f* eſt 12 fois plus grand, il doit faire un tour en 12 heures, auſſi-bien que l'éguille *g*, qui y eſt attachée. Enfin, la rouë H faiſant 60 révolutions, pendant que la rouë C en fait une, cela fait que le cercle Z, où ſont les ſecondes, fait 60 révolutions en une heure, c'eſt-à-dire, un tour en une minute de tems,

tems, ainſi chaque 60me partie du cercle Y montrera une ſeconde: le tout étant ainſi diſpoſé, il eſt manifeſte que toute la Pendule ſera dans l'état qu'elle doit être pour bien aller. Le poids X qui eſt attaché à l'extremité du pendule, ſera de 3 liv. & de plomb couvert de cuivre; il ne faut pas ſeulement avoir égard à ſa peſanteur, mais auſſi à ſa figure, ce qui eſt de conſequence, parce que la moindre reſiſtance de l'air peut y nuire; c'eſt pourquoi on le fait en forme de cylindre convexe, ayant les extremitez pointuës, comme on le peut voir en la figure 3, qui repreſente en petit la Pendule, quoique les Pendules que l'on fait pour les Vaiſſeaux ayent le poids de la forme X, fait en maniere de lentille, cette figure ayant été trouvée plus propre.

On voit dans la même 3me figure, de quelle maniere il faut diſpoſer le poids *b*, afin de faire toûjours mouvoir l'Horloge; de maniere que relevant le poids, le mouvement de l'Horloge ne ceſſe point; & c'eſt à quoi il faut bien prendre garde. C'eſt pourquoi on prendra un cordon, qu'on attachera par les deux bouts, comme un chapelet; on fera d'abord paſſer ce cordon ſur la rouë *d*, enſuite dans la poulie *c*, à laquelle eſt attaché le poids *b*, qui monte vers la poulie *d*, qui eſt attachée par dehors à la Pendule; cette rouë a des pointes de fer, faites en forme de ſcie, afin qu'en tournant & en tirant la corde *e*, elle l'empêche d'aller d'autre côté, la corde deſcend de cette poulie vers l'autre poulie *f*, à laquelle eſt attaché le poids *g*, qui doit être d'une peſanteur telle qu'il puiſſe tenir le poids *b*; le cordon ayant paſſé par la poulie *f*, remonte à la poulie *d*, d'où il étoit deſcendu. Les choſes étant ainſi diſpoſées, il eſt manifeſte Fig. 3. que la moitié du poids *b*, fait mouvoir les rouës, & que le mouvement ne ceſſe point lorſqu'on tire avec la main la corde *e*, ainſi le mouvement de la Pendule n'eſt jamais interrompu, & ne perd pas un moment de tems.

On ne peut pas certainement déterminer la peſanteur du poids *b*, mais moins il ſera peſant, pourvû qu'il faſſe aller la Pendule, & mieux il ſera; dans celles qui ſe font ordinairement, & qui ſont les meilleures qu'on ait à preſent, ce poids eſt de 6 livres, faiſant le diametre de la poulie *d*, d'un pouce, comme il a été dit, & le poids du pendule X, de 3 liv. & long de 3 pieds 8 lig. $\frac{1}{2}$, qui doit paſſer par-delà la boëte, par une ouverture, & autant qu'il ſera neceſſaire pour faire les vibrations; on doit ſuſpendre cette Pendule à la hauteur d'un homme, & elle ira 30 heures.

Il faut preſentement donner la maniere de faire la courbure des

lames, qu'on appelle Cycloïde, auſquelles eſt attaché le Pendule, en quoi conſiſte toute la juſteſſe de l'Horloge. Décrivez le cercle AFBK, dont le diametre AB ſoit égal à la moitié du pendule; on prendra ſur la circonference de ce cercle les parties AC, CD, DE, DF & AG, GH, HI, IK, égales entr'elles, & on tirera les lignes CG, DH, EI, FK, d'une diviſion à l'autre, & elles ſeront paralleles: on fera la ligne LM égale à l'arc AF, qu'on diviſera en autant de parties que l'arc AF; on prendra une de ces parties qu'on portera de C en M & de G en O, ſur la ligne CG; on prendra enſuite ſur la ligne LM deux parties qu'on portera de D en P & de H en Q ſur la ligne DH; on prendra encore trois parties ſur la ligne LM qu'on portera ſur la ligne EI, de E en R & de I en S: enfin on prendra 4 parties, qui eſt toute la longueur de la ligne LM, qu'on portera ſur la ligne FK, de F en T, & de C en V; & ainſi des autres parties, ſi on avoit pris davantage de points ſur le cercle AFBK. Par les points trouvez N P R T & O Q S V, on tracera les lignes courbes AT, AV, qui formeront la figure de la Cycloïde, ſur leſquelles on formera les lames de cuivre qu'on veut avoir, entre leſquelles on ſuſpend le pendule: il ſuffit d'avoir une petite partie des arcs AT, AV; une plus grande partie ſeroit inutile, le fil n'y pouvant atteindre; la figure 2 fait voir la maniere dont eſt ajuſté le pendule & les 2 lames. Pour trouver la ligne LM égale à l'arc AF, on prendra les deux demi-cordes de l'arc AF qu'on portera de X en Y ſur la ligne XV; on prendra enſuite toute la corde de l'arc AF qu'on portera de X en Z; on diviſera la grandeur YZ en trois, & on prendra une partie qu'on portera de Z en V; toute la ligne XV ſera preſque égale à l'arc AF.

Fig. 4.

L'uſage de cet Inſtrument eſt facile: ayant remarqué au Cadran l'heure, la minute & la ſeconde, on compte enſuite les vibrations ou battemens du pendule, pour déterminer l'heure préciſe des obſervations; mais il faut que ledit Inſtrument ſoit bien reglé ſur le mouvement des Aſtres.

Les principaux Inſtrumens qu'un Aſtronome doit avoir après un bon Quart de cercle, une Pendule, eſt une Lunete de 7 à 8 pieds, où un Micrometre ſoit ajuſté, pour obſerver les doigts des Eclipſes de Soleil ou de Lune, une Lunete de 15 ou 16 pieds pour obſerver les immerſions & émerſions des Satellites de Jupiter; & ſi cela ſe peut une Machine parallactique, pour prendre la parallaxe des Aſtres, telle que M. de Louville l'a propoſée, & dont nous avons parlé ci-devant.

Fin du ſixiéme Livre.

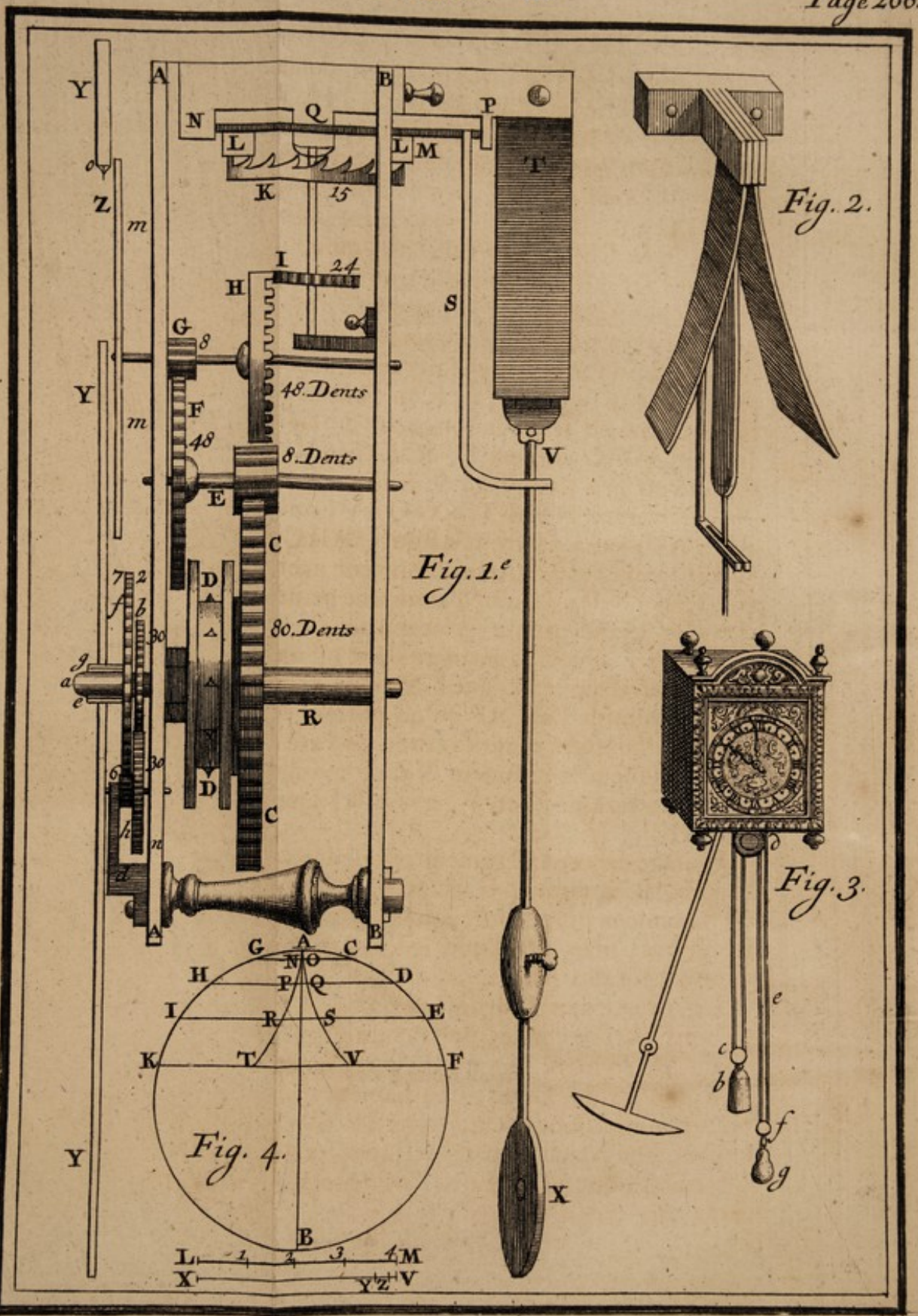


Fig. 1.e

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

DE LA CONSTRUCTION ET DES USAGES DES INSTRUMENS QUI SERVENT A LA NAVIGATION.

LIVRE SEPTIÉME.

CHAPITRE PREMIER.

Di la Conſtruction & des Uſages de la Bouſſole Marine.

LA figure premiere repreſente une roſe de Bouſſole que les Marins nomment auſſi Compas de Route. Son bord extérieur repréſente l'horiſon du Monde. Il ſe diviſé quelquefois en 360 deg. & le plus ſouvent n'eſt diviſé qu'en 32 parties égales comme celle-ci, pour les 32 airs de vent, dont les quatre principaux & qui ſe nomment vents cardinaux, ſe croiſent à angles droits; ſavoir, le Nord ou Septentrion, lequel ſe diſtingue par une Fleur-de-Lys, le Sud ou Midi qui lui eſt oppoſé; l'Eſt ou l'Orient, & l'Oüeſt ou Occident. Diviſant enſuite chacun de ces eſpaces en deux parties égales, on a les 8 rumbs de vent; diviſant encore chaque eſpace en 2, on a les 8 demi-rumbs; & enfin ſubdiviſant chacune de ces 8 parties en 2, on a les 16 quarts de vent. Les 4 rumbs collateraux empruntent leurs noms des 4 principaux, chacun prenant pour nom les deux noms de ceux qui leur ſont plus proches; ainſi le rumb qui eſt au milieu entre le Nord & l'Eſt, s'appelle Nord-Eſt; celui qui eſt entre le Sud & l'Eſt, ſe nomme Sud-Eſt; celui qui eſt entre le Sud & l'Oüeſt,

xix. Planche. Fig. 1.

l'Oüeſt, s'appelle Sud-Oüeſt, & celui qui eſt entre le Nord & l'Oüeſt ſe nomme Nord-Oüeſt.

Pareillement chacun des huit demi-rumbs de vent porte le nom des deux rumbs qui lui ſont les plus proches; ainſi celui qui eſt entre le Nord & le Nord-Eſt, s'appelle Nord Nord Eſt; celui qui eſt entre l'Eſt & le Nord-Eſt ſe nomme Eſt Nord-Eſt; celui d'entre l'Eſt & le Sud-Eſt, s'appelle Eſt Sud-Eſt; & ainſi des autres.

Enfin chacun des quarts de vents a ſon nom compoſé des rumbs ou demi-rumbs qui lui ſont les plus proches, en ajoûtant le mot de quart après le nom de rumb qui lui eſt le plus proche. Par exemple, le quart le plus proche du Nord du côté du Nord-Eſt, ſe nomme Nord-Quart, Nord-Eſt; celui qui eſt plus proche du Nord-Eſt vers le Nord, ſe nomme Nord-Eſt, Quart-Nord, & ainſi des autres, comme ils ſont marquez en abregé autour de la roſe.

Chaque quart de rumb contient 11 deg. 15 m. les demi-rumbs 22 deg. 30 m. & les rumbs entiers 45 deg.

L'intérieur de cette roſe, qui eſt ſuppoſée double, eſt pareillement diviſé en 32 parties égales par autant de raïons qui marquent les mêmes vents, & ſon milieu qui eſt colé ſur un carton, a un mouvement libre ſur ſon pivot, pour s'en ſervir lorſqu'on a reconnu la déclinaiſon ou la variation de l'éguille aimantée. L'on remarquera que l'exterieur de cette roſe ſe place ſur le bord de la boëte.

Fig. 2. La figure 2me repreſente une piece d'acier en lozange qui ſert d'éguille aimantée, & que l'on attache ſous la roſe mobile avec 2 petits clous. Il ne faut pas la coller, comme font quelques-uns, parce que cela cauſe une roüille qui eſt fort contraire à la vertu de l'aiman; un des bouts du grand diametre doit être préciſément ſous la Fleur-de-Lys, & doit être touché par une bonne pierre d'aiman; de ſorte que ce bout là ſe dirige vers le Nord du monde. Nous avons expliqué la maniere de toucher les éguilles, en parlant des pierres d'aiman, & de la Bouſſole.

La petite piece qui eſt au milieu du lozange à l'endroit marqué B, eſt ce qu'on appelle la chape de l'éguille. Elle eſt faite de cuivre & creuſée en forme de cône; on l'applique au centre de la roſe, & on la fait tenir avec de la colle.

La figure 3me repreſente la Bouſſole entiere. C'eſt une boëte ronde de bois d'environ 6 à 7 pouces de diametre & 4 de profondeur; on la fait quelquefois quarrée.

Il y a deux cercles de cuivre, dont le plus grand eſt attaché à la Boëte par deux pivots, aux endroits marquez B.

L'au-

L'autre cercle eſt attaché par deux autres pivots qui traverſent leſdits cercles diametralement aux en droits marquez C, & ces 2 pivots vont aboutir dans 2 trous qui ſont percez au milieu & vers le haut d'une autre eſpece de boëte de bois, concave en dedans & convexe en dehors, comme une calote dans laquelle on met la roſe. Il faut que cette boëte & les 2 cercles ayent un mouvement fort libre, en telle ſorte que la grande boëte marquée A, étant poſée à plat, tel mouvement que faſſe le Vaiſſeau, la boëte intérieure ſoit toûjours horiſontale & en équilibre. Au milieu du fonds de cette boëte eſt placé un pivot de cuivre bien droit & bien pointu, ſur lequel on poſe la chape qui porte la roſe, laquelle doit avoir un mouvement très-libre, & l'éguille étant frotée d'aiman, comme nous avons dit, la Fleur de Lys tendra vers le Nord, & tous les autres rumbs de vent ſeront tournez vers les autres parties du Monde. On poſe un verre qui couvre la roſe, afin que le vent ne l'agite point. Fig. 3.

Il y a auſſi dans chaque Vaiſſeau une Bouſſole qui ſert à connoître la déclinaiſon ou variation de l'éguillle aimantée. Elle eſt faite comme celle dont nous venons de parler; mais le bord extérieur de la roſe doit être diviſé en 4 fois 90 deg. en commençant du Nord & Sud à droite & à gauche. Il doit y avoir 2 pinules mobiles autour de la boëte pour regarder les Aſtres, & on tend un fil d'une pinule à l'autre qui paſſe par deſſus le centre de la roſe, de ſorte que quand on regarde un Aſtre par les deux pinules, le fil qui traverſe la roſe repreſente le raïon de l'Aſtre. Ces ſortes de Bouſſoles s'appellent auſſi Compas de variation.

Uſage de la Bouſſole.

AYant reconnu ſur une Carte Marine la route que doit tenir le Vaiſſeau pour aller au lieu propoſé, & la Bouſſole étant affermie dans la Chambre du Pilote, de telle maniere que les 2 côtez paralleles de la boëte quarrée ſoient arrêtez ſelon la longueur du Navire, c'eſt-à-dire, parallelement à la ligne qui s'étend de la poupe à la prouë, on marquera d'une croix ou autre marque le milieu du côté de la boëte perpendiculaire à la longueur du Vaiſſeau & le plus éloigné de la poupe, afin que par ce moïen on puiſſe diriger ſon gouvernail.

EXEMPLE.

Nous partons de l'Iſle Oüeſſant, ſur les confins de la Bretagne, à l'Occident de Breſt, & nous voulons naviger vers le Cap de Finiſterre en Galice. Nous cherchons premierement dans une Carte Marine

réduite de la maniere que nous dirons ci-après, quelle doit être la direction du Navire, & nous remarquons que la route ſe doit faire entre le Sud-Oüeſt & le Sud Sud-Oüeſt, c'eſt-à-dire, ſelon la ligne qui tend au Sud Oüeſt quart au Sud; c'eſt pourquoi ayant le vent propre on tournera le gouvernail du Navire de maniere que la ligne du Sud-Oüeſt quart au Sud, réponde exactement à la croix marquée ſur le bord du cadre de la Bouſſole; & ce qui eſt admirable, c'eſt que par ce moïen on peut diriger la route du Vaiſſeau de nuit comme de jour; dans une chambre fermée comme ſi on étoit à l'air; dans un tems obſcur, comme dans un tems ſerein; de telle ſorte que l'on pourra toûjours reconnoître ſi le Navire s'écarte de la route qu'il doit tenir.

De la variation ou déclinaiſon de l'Aiman.

L'Experience nous a fait connoître que l'éguille aimantée décline du vrai Septentrion, c'eſt-à-dire, que la Fleur-de-Lys ne tend pas exactement au Nord du Monde; mais qu'elle s'en écarte quelquefois vers l'Orient, d'autrefois vers l'Occident, plus ou moins, ſelon les tems & les lieux differens.

Environ l'an 1665, elle n'avoit aucune déclinaiſon à Paris, au lieu qu'à preſent ſa déclinaiſon y eſt de plus de 12 d. du Septentrion vers l'Occident. C'eſt pourquoi il faut tâcher d'obſerver avec ſoin la déclinaiſon de l'éguille aimantée toutes les fois qu'on en trouve l'occaſion favorable, afin d'y avoir égard dans la conduite de la Navigation.

Car ſi, par exemple, la déclinaiſon de l'éguille aimantée étoit de 10 d. du Nord à l'Oüeſt dans l'Iſle d'Oüeſſant, que nous avons ſuppoſée le lieu du départ du Navire, & que l'on ſuivît exactement la ligne de Sud-Oüeſt quart au Sud, au lieu d'aller au Cap de Finiſterre on iroit vers une autre contrée plus Orientale de 10 deg.

Pour y remedier, il n'y a qu'à changer de place ſur le cadre de la Bouſſole, la croix qui marque le rumb de direction, & la reculer vers Eſt d'autant de degrez qu'eſt la déclinaiſon de l'éguille vers Oüeſt; & ainſi toutes les fois qu'on aura reconnu une nouvelle déclinaiſon de l'aiman, il faudra changer le lieu de ladite croix. Quand la boëte eſt toute ronde on fait une marque au corps de ladite boëte, vis-à-vis du Nord & Sud.

Si pareillement un Vaiſſeau part des Sorlingues en Angleterre, pour aller à l'Iſle de Madere, nous trouverons ſur la Carte Marine que la route ſe doit faire au Sud Sud-Oüeſt; mais ſi dans ce tems la dé-

déclinaiſon de l'éguille aimantée eſt de 6 d. du Nord à l'Eſt, il faudra reculer d'autant de degrez vers l'Occident la croix marquée ſur le bord de la Bouſſole, afin de diriger la route du Vaiſſeau en appliquant ſur ladite croix le rumb de la Navigation trouvé ſur la Carte.

Mais ſi l'on ſe ſert d'une Bouſſole dont on puiſſe changer la poſition de l'éguille aimantée, comme celle à double roſe, il faudra arrêter la Fleur de Lys de la roſe des vents, de ſorte que ſa pointe marque le vrai Nord, & avoir le ſoin de la changer toutes les fois que l'on trouvera du changement à la déclinaiſon de l'aiman; & en ce cas il ne faudra point changer de place la croix qui marque ſur le bord de la Bouſſole le rumb de direction du Vaiſſeau.

Il eſt très-néceſſaire, principalement dans les Voïages de long cours, que les Pilotes faſſent ſouvent des obſervations celeſtes, afin d'avoir exactement la déclinaiſon de l'éguille aimantée, non ſeulement pour bien diriger la route du Vaiſſeau, mais principalement pour ſçavoir où l'on eſt, après avoir eſſuïé quelque rude tempête, pendant laquelle on aura été contraint de negliger la veritable route, en ſe laiſſant entraîner aux vents & aux courans qui auront obligé de dériver.

Trouver la variation de l'Eguille aimantée.

IL y a pluſieurs moyens pour reconnoître la déclinaiſon de l'aiman, comme par le lever & le coucher d'un même Aſtre, ou par l'obſervation de deux hauteurs égales de l'Aſtre ſur l'horiſon, parce qu'en ces deux tems il ſera également éloigné de la vraie Méridiene du Monde, ou bien par ſon paſſage au Méridien.

Mais tous ces moiens ſont peu uſitez ſur Mer, premierement parce que ne pouvant ſçavoir aſſez préciſément le tems que le Soleil ou un autre Aſtre paſſe par le Méridien, on eſt obligé d'emploïer beaucoup de tems pour découvrir par pluſieurs obſervations, quelle eſt la plus grande hauteur du Soleil, c'eſt-à-dire, la hauteur Méridiene.

Secondement, parce que le Soleil peut conſiderablement changer de déclinaiſon, & le Navire de latitude entre 2 obſervations de ſes hauteurs égales ſur l'horiſon, ou entre ſon lever & ſon coucher.

On peut trouver la variation de l'éguille aimantée plus promtement par une ſeule obſervation des amplitudes des Aſtres. Mais il en faut connoître la déclinaiſon, & la latitude du lieu où l'on eſt. Cela ſuppoſé on peut avoir une Table calculée des amplitudes des Aſtres dont on prétend ſe ſervir.

L'amplitude Orientale d'un Aſtre eſt l'arc de l'horiſon compris en-

entre le point où il ſe leve & le vrai Eſt ; & l'amplitude Occidentale eſt l'arc de l'horiſon compris entre le point où il ſe couche & le vrai Oüeſt

Les Aſtres dont la déclinaiſon eſt Septentrionale, ont auſſi leur amplitude Septentrionale, & ceux qui l'ont Méridionale ont leur amplitude du même côté. Plus les Aſtres ont de déclinaiſon, plus ils ont d'amplitude ; les obliquitez de la Sphere augmentent auſſi les amplitudes des Aſtres ; car dans la Sphere droite les amplitudes des Aſtres ſont préciſément égales à leurs déclinaiſons, & dans la Sphere oblique elles ſont plus grandes.

On aura par chaque obſervation une autre amplitude de l'Aſtre, que l'on peut nommer l'amplitude obſervée, qui eſt la diſtance de l'Eſt de la Bouſſole, juſqu'au point de l'horiſon où l'Aſtre ſe leve, ou la diſtance de l'Oüeſt de la Bouſſole, juſqu'au point où il ſe couche.

Cette amplitude s'obſerve en regardant par les ouvertures ou par les pinules du compas de variation le lever ou le coucher de l'Aſtre ; & comme le fil qui traverſe & paſſe par le centre de l'inſtrument, repreſente le raïon de l'Aſtre, les degrez de la roſe compris depuis ce fil juſqu'à l'Eſt ou l'Oüeſt du Compas ou Bouſſole, marquent les degrez de l'amplitude obſervée ; enſuite comparant l'amplitude de la table calculée avec l'amplitude obſervée, on connoîtra la variation de l'éguille, ſi elle en a, de la maniere que nous allons expliquer.

EXEMPLE.

Etant en Mer le 15^{me} jour de Mai de l'année 1715, à 45 d. de latitude Seprentrionale, je connois par une Table calculée que la déclinaiſon du Soleil eſt de 19 d. Septentrionale, & ſon amplitude Orientale de 27 d. 25 m. Septrionale. Je l'obſerve à ſon lever avec les pinules du Compas de variation, & je trouve qu'il paroît ſe lever entre le 62 & le 63 d. compté du Nord, allant ves l'Eſt de la roſe ; c'eſt-à-dire, entre le 27 & le 28^{me} d. compté de l'Eſt, & comme en ce cas l'àmplitude obſervée eſt égale à l'amplitude calculée, je conclus qu'en cet endroit & en ce tems là l'éguille n'a point de déclinaiſon.

Mais ſi le Soleil a paru ſe lever entre le 52 & 53^{me} degré compté du Nord à l'Eſt, ſon amplitude obſervée ſera de 37 à 38 deg. c'eſt-à-dire, de 10 d. plus grande que celle de la Table calculée, par où l'on connoît que l'éguille aimantée décline du Nord à l'Eſt de 10 d. Si au contraire l'amplitude Orientale obſervée étoit moindre que la calculée, leur difference marqueroit la déclinaiſon de l'éguille du Nord à l'Oüeſt. Car ſi l'amplitude obſervée eſt plus grande

que

que la vraie, cela vient de ce que l'Eſt de la Bouſſole ſe reculant du Soleil vers le Sud, la Fleur-de-Lys de la roſe s'approche de l'Eſt, & donne la variation Nord-Eſt. La raiſon pour le contraire eſt également évidente.

Si l'amplitude Orientale calculée eſt du côté du Sud, auſſi-bien que l'amplitude obſervée, & que celle-ci ſoit la plus grande, la déclinaiſon de l'éguille ſera Nord-Oüeſt. Si au contraire elle eſt plus petite, la déclinaiſon ſera Nord-Eſt d'autant de degrez que ſera leur difference.

Ce que nous avons dit des amplitudes Orientales Nord, ſe doit entendre pour les amplitudes Occidentales Sud; & ce que nous avons dit des amplitudes Orientales Sud, ſe doit entendre pour les amplitudes Occidentales Nord.

Enfin ſi les amplitudes ſe trouvent de differente dénomination, par exemple, aux amplitudes Orientales, ſi l'amplitude calculée eſt de 6 d. Nord, & que l'obſervée ſoit de 5 d. Sud, c'eſt une marque que la variation, qui dans ce cas ſera NO, ſe trouve plus grande que la vraie amplitude, étant égale à la ſomme des deux amplitudes, vraie & obſervée; c'eſt pourquoi les ajoûtant enſemble on aura 11 d. de variation NO. Il en ſeroit de même pour les amplitudes Occidentales.

On peut encore trouver la variation de l'éguille aimantée à toute heure par l'Azimut d'un Aſtre, ayant ſa hauteur & ſa déclinaiſon avec la latitude du lieu, comme nous l'avons expliqué dans les Uſages 26 & 27 du Livre qui a pour titre *Uſage des Aſtrolabes*.

CHAPITRE II.

De la Conſtruction & Uſage des Inſtrumens qui ſervent à obſerver la hauteur des Aſtres.

De l'Aſtrolabe de Mer.

LE plus ordinaire des Inſtrumens pour prendre hauteur en Mer, eſt l'Aſtrolabe. C'eſt un cercle de cuivre d'environ un pied de diametre, & de 6 à 7 lig. d'épaiſſeur, afin qu'il ait du poids: quelquefois on y attache encore un poids de 5 à 6 liv. à l'endroit marqué B, afin qu'étant ſuſpendu par ſon anneau A, qui doit être bien mobile, il ſe puiſſe tourner facilement de toutes parts, & garder la ſituation perpendiculaire pendant les mouvemens du Navire. Fig. 4.

Il eſt diviſé en 4 fois 90 d. & fort ſouvent en demis & quarts de degré.

Il eſt abſolument néceſſaire que la ligne droite CD, qui repreſente l'horiſon, ſoit parfaitement de niveau, afin d'y pouvoir commencer la diviſion du cercle. Pour l'examiner il faut obſerver par les fentes ou les petits trous des pinules FG, qui ſont attachées vers les extrémitez de l'alidade qui tourne librement par le moyen d'un clou à tête autour du centre E. Il faut, dis-je, obſerver un même objet éloigné, en mettant l'œil à l'une deſdites pinules; après avoir tourné l'Aſtrolabe ſi le même objet ſe voit toutes les 2 fois ſans changer l'alidade, c'eſt une marque que la ligne de foi convient avec l'horiſon. Mais ſi pour voir une ſeconde fois le même objet il faut mouvoir l'alidade, c'eſt-à-dire, la hauſſer ou baiſſer, le point milieu entre ces 2 poſitions marquera la vraie ligne horiſontale, paſſant par le centre de l'inſtrument; ce qu'il ſera bon de verifier par pluſieurs obſervations réiterées avant que de commencer la diviſion qui ſe fera de la maniere que nous avons expliqué ci-devant.

Uſage de l'Aſtrolabe.

POur obſerver la hauteur des Aſtres ſur l'horiſon, & leur diſtance du Zénith qui en eſt le complément.

Pour cet effet on ſuſpend l'Aſtrolabe par ſon anneau & on tourne ſon côté vers l'Aſtre, en hauſſant un des bouts de l'alidade F, juſqu'à ce que le raïon de l'Aſtre paſſe par les 2 pinules FG; alors l'alidade marquera par ſes extremitez, autour du cercle diviſé, la hauteur de l'Aſtre H, depuis C juſqu'en F, compris entre le raïon horiſontal EC, & le raïon de l'Aſtre EF, parce que cet inſtrument dans cette ſituation repreſente un vertical. La diviſion AG ou ou AF marquera la diſtance de l'Aſtre au Zénith.

Conſtruction de l'Anneau.

XIX. Planche. Fig. 5.

CEtte figure repreſente un anneau ou cercle de cuivre. Il ſe fait de 8 à 10 pouces de diametre; il eſt néceſſaire qu'il ſoit d'une bonne épaiſſeur, afin qu'étant plus peſant il conſerve mieux ſa ſituation perpendiculaire; la diviſion ſe marque dans ſa ſurface concave. Il y a un petit trou en C, qui traverſe l'anneau parallelement à ſon plan. Ce trou eſt éloigné de 45 d. du point de ſuſpenſion B, & il eſt le centre d'un quart de cercle DE, diviſé en 90 d. Un de ſes raïons CE eſt parallele au diametre vertical BH, point de ſuſpenſion; & l'autre raïon horiſontal eſt perpendiculaire au même diametre.

Nous ne diſons rien ici de la préciſion avec laquelle on doit avoir ce diametre. L'habileté de l'Ouvrier y ſuppléera facilement. Enſuite

on

on tire des raïons du centre C à tous les degrez du quart de cercle DE, pour les marquer dans la ſurface intérieure de l'inſtrument, depuis F juſqu'en G. On peut faire cette diviſion à part ſur un plan, puis la tranſporter bien exactement dans la concavité du cercle.

Ce qui fait eſtimer cet Inſtrument eſt que les degrez de la diviſion ſont plus grands à proportion de ſa grandeur, que ceux de l'Aſtrolabe.

Uſage de l'Anneau.

POur s'en ſervir il faut le ſuſpendre par la boucle B, & le tourner vers le Soleil A, en ſorte que ſon raïon paſſe par le trou C.

Il marquera au fond de l'anneau de F en I, les degrez de la hauteur du Soleil entre le raïon horiſontal CF, & le raïon de l'Aſtre CI la partie IHG, marquera ſa diſtance au Zénith, entre le raïon CI & le raïon vertical CG.

Du Qart de Cercle.

L'INſtrument marqué par la figure ſixiéme eſt un quart de cercle d'environ un pied de raïon. Il eſt diviſe en 90 deg. & ſouvent de 5 en 5 min. par des tranſverſales. Il y a deux pinules ſur un de ſes raïons AE. Le fil où eſt attaché le plomb eſt arrêté au centte A. Nous ne nous étendrons pas ſur la conſtruction de cet Inſtrument, en ayant ſuffiſamment parlé au Chapitre V, du Livre IV. qui traite de la Conſtruction du quarré géométrique. Fig. 6.

Pour s'en ſervir il faut le tourner vers l'Aſtre D, de maniere que ſon raïon DAB paſſe par les deux pinules A & B: alors le fil à plomb qui doit raſer librement les degrez du quart de cercle, marquera en C les degrez de la hauteur du Soleil depuis B juſqu'en C, & ſon complément depuis C juſqu'en E.

De l'Arbaleſtrille.

CEt Inſtrument eſt compoſé de deux pieces, dont l'une qui eſt d'environ trois pieds de long, s'appelle la Fleche, & l'autre qui eſt plus courte, le Marteau. Fig. 7.

La Fléché AB eſt une piece d'ébeine bien quarrée en tout ſens, de 6 à 7 lignes de groſſeur, & bien égale en toute ſa longueur.

Le Marteau CD eſt une piece de bois de Poirier bien unie & applanie d'un côté, laquelle a un trou quarré juſtement dans ſon milieu, qui doit être plus épais, afin que la Fléche gliſſant dans ce trou, ſoit plus ferme & s'y tienne perpendiculaire au Marteau.

La Fléche doit être diviſée en ſa longueur, en degrez & minutes

ſur chacune de ſes 4 faces, leſquelles ne different entr'elles que dans la grandeur de leurs degrez, proportionnez à la differente grandeur des Marteaux; car chaque face doit avoir ſon Marteau particulier.

Le commencement de la diviſion ſe fait vers A, où ſe place l'œil de l'Obſervateur, mais à diſtance d'environ demi-pouce du bout de la Fléche, à cauſe de la convexité du globe de l'œil, car c'eſt à ſon centre que les principaux raïons des objets ſe vont croiſer.

Si donc on veut diviſer la face AB pour ſervir au plus grand Marteau CD, il faut chercher dans les Tables calculées les tangentes des degrez du cercle dont le raïon eſt égal à la moitié dud. Marteau, & du point A, les tranſporter ſur la face AB, & marquer ſur chaque diviſion le nombre qui convient aux tangentes du complément de la moitié de l'arc que l'on veut marquer, par le moyen d'une échelle de mille parties qui ſoit égale à la moitié dudit Marteau.

Si, par exemple, on veut marquer ſur la Fléche le point de 90 d. ſa moitié eſt 45, & ſon complément auſſi 45, dont la tangente eſt égale au raïon; c'eſt pourquoi la moitié du Marteau ſera préciſément égale à la diſtance depuis le bout de l'œil A, juſqu'au point de 90 d. car le demi-Marteau eſt le raïon d'un cercle dont les tangentes ſont contenuës dans la Fléche, comme il eſt aiſé de voir par la figure 8.

Pareillement ſi on veut y marquer le point de 80 d. dont la moitié eſt 40, & ſon complément 50, cherchez la tangente de 50 d. & vous trouverez 119175, duquel nombre il faut retrancher les 2 dernieres figures à cauſe que nous avons ſupoſé le raïon ou demi-Marteau de mille parties égales, au lieu des 100000 qui ſont aſſignées au raïon des tables. Cette tangente ſera donc preſque 1192, & ayant pris ſur l'échelle 192 part. il faudra les porter au-delà du point de 90 d. pour marquer 80 d. ſur la Fléche. De même pour y marquer 70 d. la moitié eſt 35, & ſon complément 55, dont la tangente eſt 1428. Il faudra porter l'étenduë de 428 parties égales, priſes ſur l'échelle, depuis le point de 90 d. pour marquer ſur la Fléche 70 d. & ainſi de tous les autres degrez & minutes, tant que la Fleche en pourra contenir.

Mais ſi la moitié du grand Marteau eſt de 10 pouces, & la Fléche de 2 pieds 6 pouces, on ne pourra pas marquer ſur la face qui lui convient les degrez au-deſſous de 40, parce que la tangente du complément de 20 deg. qui eſt 70 deg. eſt de 2747 parties, c'eſt-à-dire, preſque trois fois le raïon.

La moitié du ſecond Marteau étant ſuppoſée de 6 à 7 pouces on pourra marquer les degrez ſur la face qui lui convient depuis 90 d. juſqu'à 30.

Si

Si la moitié du 3me Marteau eſt de 4 à 5 pouces, on pourra marquer ſur la face qui lui convient les degrez depuis 30 juſqu'à 20. Enfin ſi le 4me, & plus petit Marteau eſt de 2 pouces & ½, on pourra marquer ſur la face qui lui convient les deg. depuis 90 juſqu'à 10.

Pour les grandes hauteurs on ſe ſert des grands Marteaux, parce que les diviſions en ſont plus juſtes; & pour les moindres hauteurs il faut ſe ſervir des petits Marteaux.

Pour trouver la face qui convient à un Marteau, il n'y a qu'à preſenter ſa moitié ſur la Fléche; ſi elle ſe trouve égale à la diſtance depuis l'extremité appellée le bout de l'œil, juſqu'à 90 degrez, on aura la face convenable au Marteau.

On peut auſſi marquer méchaniquement les degrez ſur la Fléche en la maniere ſuivante.

Il faut faire un grand Quart de cercle dont le raïon ſoit auſſi grand que la Fléche AB. Ce Quart de cercle doit être diviſe en degrez & minutes de 10 en 10; & après avoir paſſé la Fléche dans ſon Marteau CD, en ſorte que le plat dudit Marteau ſoit tourné vers l'extremité A de la Fléche, on l'appliquera ſur le quart de cercle, de ſorte que le bout A réponde exactement ſur le centre du quart de cercle, & que le bout D du Marteau ſoit toûjours ſur le rayon AF. On approchera doucement le Marteau CD du bout A, juſqu'à ce que ſon autre extremité C touche le raïon AM, qui paſſe par le degré que l'on veut marquer ſur la fléche, lequel degré on marquera à l'endroit où raſera le Marteau au point E, & l'on continuëra de rapprocher le Marteau du centre A le long du raïon ADF, juſqu'à ce qu'il touche ſucceſſivement les rayons de tous les degrez, pour les marquer ſur une colonne le long de la fléche AB, en augmentant à meſure qu'ils approchent du bout A. On marquera auſſi les deg. de complément ſur la même face, ſur une autre colonne, leſquels vont en diminuant de B vers A. On pourra mettre un fil au centre A, pour ſervir de raïon comme AM, en le tendant ſucceſſivement ſur tous les degrez, à meſure qu'on lui fera toucher le bout C du Marteau. Fig. 7.

On fera la même choſe ſur les autres faces pour y marquer les diviſions, ſuivant les differens Marteaux. La petite figure P fait voir un Marteau vû de face avec ſon trou.

Uſage de l'Arbaleſtrille.

POur obſerver la hauteur d'un Aſtre par devant avec l'Arbaleſtrille, il faut après avoir paſſé le Marteau dans la Fléche du côté de ſa face, ſon côté plat vers le bout de l'œil A, appuïer ce même

bout à côté de l'œil & regarder l'horiſon ſenſible par le bout d'en-bas D du Marteau DC, ſuivant le raion viſuel horiſontal ABF, en faiſant gliſſer le Marteau le long de la Fléche en l'approchant ou le reculant de l'œil, juſqu'à ce que l'on voye l'Aſtre par le bout C du Marteau, & alors il marquera ſur la Fléche les degrez de la hauteur de l'Aſtre, ſur la colonne qui va en augmentant vers 90, ou vers le bout de l'œil A, il marquera auſſi vis-à-vis la diſtance de l'Aſtre au Zénith ou le complément de ſa hauteur ſur l'autre colonne qui va en diminuant vers le même bout de l'œil A.

L'on prend hauteur par devant aux Etoiles & au Soleil, lorſque ſes raions n'ont guéres de force à cauſe de quelque nuage, en mettant un morceau de verre bruni au devant de l'œil pour le conſerver des raions du Soleil.

Pour obſerver la hauteur du Soleil par derriere avec l'Arbaleſtrille il faut premierement ajuſter le plat du Marteau dans le bout de la Fléche A, de ſorte que le tout ſoit à l'uni. Enſuite on paſſera dans la Fléche le plus petit des 4 Marteaux; ſon côté plat auſſi vers le bout A. On ajoûtera au bout d'en-bas D du Marteau une eſpece de pinule de cuivre, dont la fente ſoit parallele au plan de l'horiſon.

L'Arbaleſtrille étant ainſi préparée il faut tourner le dos au Soleil & regarder l'horiſon ſenſible par la pinule D, & par deſſous la traverſe qui eſt au milieu du petit Marteau; en regardant ainſi l'horiſon on approchera ou reculera ce petit Marteau juſqu'à ce que l'ombre du bout C du grand Marteau ſe termine ſur la traverſe du petit Marteau, à l'endroit qui répond au milieu de la groſſeur de la Fléche; alors le petit Marteau marquera ſur la Fléche les degrez de la hauteur du Soleil & de ſon complément.

On ſe ſert le plus ſouvent de cette ſeconde maniere, qui eſt d'obſerver la hauteur de l'Aſtre par derriere, parce qu'en ce cas l'œil n'a qu'un ſeul raion viſuel à obſerver, au lieu qu'il faut en obſerver 2 quand on prend la hauteur par devant.

Quand on prend la hauteur par devant on la trouve trop grande, & quand on la prend par derriere on la trouve trop petite. Cette erreur eſt égale de part & d'autre, & elle eſt d'autant plus grande que l'on eſt plus élevé au-deſſus de la ſurface de la Mer; tellement que l'élevation d'un pied fait erreur d'une minute, celle de 4 pieds cauſe 2 minutes d'erreur; l'élevation de 10 pieds, 3 min. celle de 17 pieds, 4 min. celle de 15 pieds cauſe 5 min. d'erreur; & enfin celle de 40 pieds fait erreur de 6 min.

Si donc on a obſervé la hauteur d'un Aſtre avec l'Arbaleſtrille par

par devant & qu'on l'ait trouvé, par exemple, de 20 d. ſi l'œil de l'Obſervateur en ce cas eſt élevé de 25 pieds par deſſus la ſurface de la Mer, il faudra conclure que la hauteur de l'Aſtre n'eſt que de 19 d. 55 min. parce qu'il faut ſouſtraire 5 min. pour l'élevation de 25 pieds. Il faudroit au contraire les ajoûter ſi la hauteur avoit été priſe par derriere.

Du Quartier Anglois.

CEt Inſtrument ſe fait ordinairement de bois de poirier. Il contient un quart de cercle partagé en 2 arcs BC, DE, qui ont differens raïons, dont le moindre eſt la moitié du plus grand. Fig. 9.

L'arc BC eſt de 30 d. chaque degré ſe ſubdiviſe autant qu'on le peut de 5 en 5 m. par le moyen des cercles concentriques & des lignes tranſverſales. L'autre arc de cercle DE, contient 60 d. & ſe diviſe ſeulement en degrez; la diviſion de ces arcs doit commencer du raïon AB, dont la longueur eſt environ de 2 pieds.

On ajuſte un petit Marteau ou Pinule fenduë immobile au centre commun de ces 2 arcs; une autre qui ſe puiſſe mouvoir & arrêter avec une vis ſur chacun des degrez & minutes de l'arc BC comme en F, laquelle doit être percée pour y placer l'œil, & enfin une 3^me^ Pinule qui puiſſe couler & s'arrêter au long des diviſions de l'arc DE, comme en G. Il faut que ces arcs ſoient d'égale épaiſſeur, afin que les Pinules ſoient toûjours bien perpendiculiaires ſur le bord de l'Inſtrument.

Uſage du Quartier Anglois.

ON peut ſe ſervir de cet Inſtrument pour obſerver la hauteur des Aſtres en 2 manieres, comme par l'Arbaleſtrille, c'eſt-àdire, en regardant l'Aſtre, ou lui tournant le dos. Cette maniere eſt plus commode. Il faut pour cela ajuſter la pinule A ſur le centre, & la pinule G, ſur tel degré qu'on voudra de l'arc DE; pourvû toutefois que la partie GD avec les 30 d. de l'arc BC ſoient du moins auſſi grands que la hauteur de l'Aſtre: après cela on lui tournera les dos, & l'on hauſſera ou baiſſera la pinule F en la faiſant gliſſer ſur l'arc BC, juſqu'à ce que regardant l'horiſon ſenſible par les 2 pinules F & A, le raïon du Soleil H paſſe par l'ouverture de la Pinule G & vienne aboutir à la fente de la Pinule qui eſt au centre A.

La ſomme des 2 arcs ſera la hauteur du Soleil ſur l'horiſon, en y faiſant la même correction que nous avons dit en parlant de l'Abaleſtrille, & le complément de cette hauteur ſera la diſtance du Zénith.

L'on

L'on pourra auſſi prendre hauteur par devant avec cet Inſtrument, comme avec l'Arbaleſtrille, mais plus difficilement.

Du demi-Cercle pour prendre hauteur en Mer.

Fig. 10. CE demi-Cercle eſt d'environ un pied de diametre : il n'eſt diviſé qu'en 90 d. & chaque degré ſe diviſe ordinairement en 4 parties qui valent 15 m. chacune. Il y a 2 pinules A & B attachées aux extremitez de ſon diametre, & une autre comme C, ajuſtée de telle maniere qu'elle coule autour de la circonference du demi-Cercle, afin de recevoir le raïon de l'Aſtre.

Uſage du demi-Cercle.

SI l'on prend la hauteur par devant, il faut mettre l'œil à l'ouverture de la pinule A, regarder l'horiſon par les pinules A & B, & hauſſer ou baiſſer la pinule C, en la gliſſant ſur les degrez de la circonference, juſqu'à ce que le raion de l'Aſtre paſſant par la fente ou petit trou de cette pinule, rencontre l'autre pinule en A. Pour lors les degrez compris en l'arc BC, marqueront la hauteur de l'Aſtre. Si c'eſt le Soleil que l'on veut obſerver, il eſt plus commode de lui tourner le dos à cauſe de ſa grande lumiere, mettant l'œil à la pinule B, & regardant l'horiſon par les pinules B & A, & hauſſant ou baiſſant la pinule C, en ſorte que le raïon du Soleil paſſant par cette pinule vienne ſe rendre à l'ouverture de la pinule A, l'arc B C marquera la hauteur du Soleil ſur l'horiſon.

Il eſt à remarquer que comme l'angle BAC a ſon ſommet à la circonference, il n'a pour ſa meſure que la moitié de l'arc BC, ſur lequel il eſt appuïé, & c'eſt pour cette raiſon que l'on a diviſé tout le demi-Cercle en 90 deg. au lieu des 180 qu'il devroit contenir.

Par la hauteur des Aſtres trouver la latitude du lieu où l'on eſt.

AYant obſervé avec quelqu'un des Inſtrumens dont nous venons de parler, la hauteur ſur l'horiſon, d'un Aſtre dont on connoît la déclinaiſon quand il paſſe au Méridien, on connoîtra la latitude du lieu où l'on eſt, laquelle eſt toûjours égale à la hauteur du Pole, par les uſages 10^me & 52^me du 3^me Livre de nôtre Traité de l'uſage des Globes.

On pourra auſſi trouver à toute heure la latitude du lieu où ſe fait l'obſervation par les uſages 13, 14 & 15, de nôtre Traité des Aſtrolabes, pag. 163 & ſuiv. quoiqu'il y ait un peu plus de façon.

Nous allons donner un exemple par les hauteurs du Soleil à Midi.

Ayant

Fig. 1.

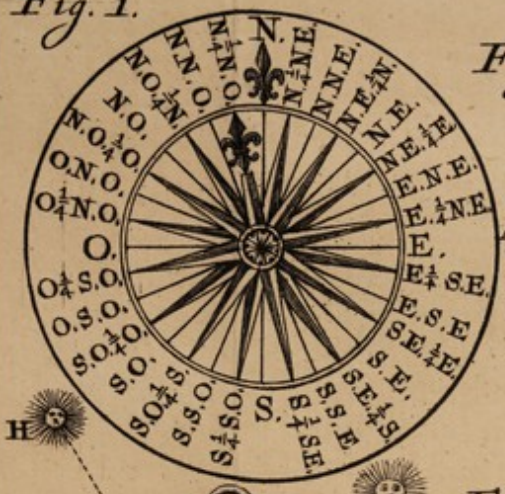


Fig. 2.

Fig. 3.

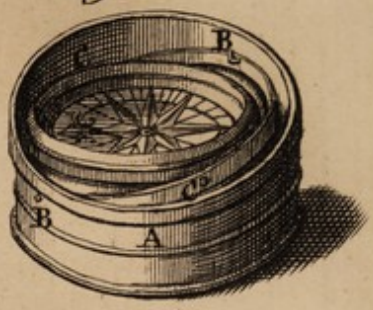


Fig. 4.

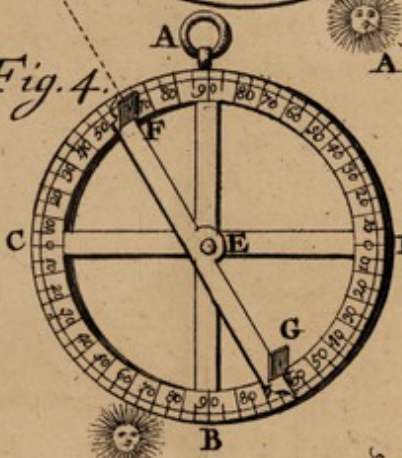


Fig. 5.

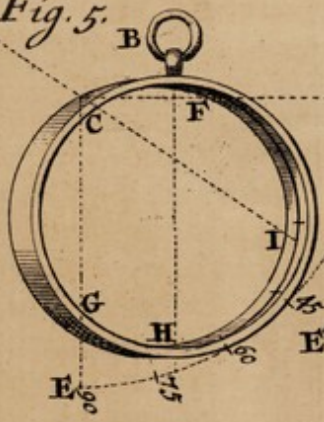


Fig. 6.

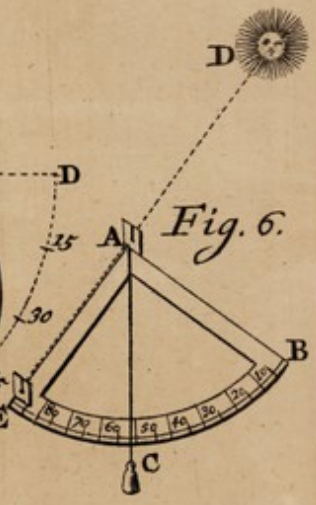


Fig. 7.

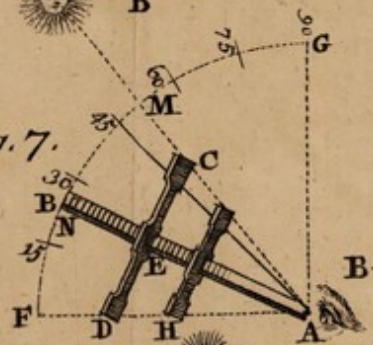


Fig. 8.

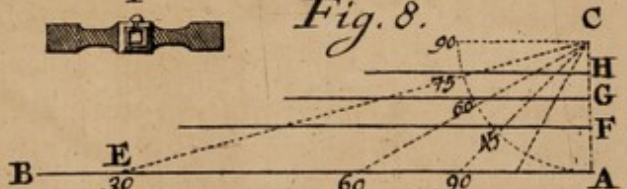


Fig. 9.

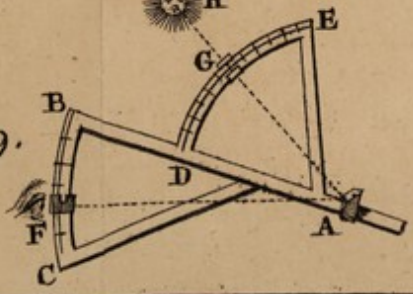
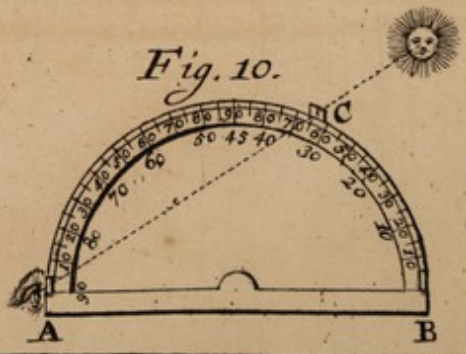


Fig. 10.



Ayant pris hauteur juſtement à Midi, cherchez dans la Table à ce même jour, la déclinaiſon du ſoleil. Si elle eſt Septentrionale, qui eſt depuis le 20 Mars juſqu'au 22 Septembre, ou depuis ♈ juſqu'à ♎; ôtez cette declinaiſon de la hauteur du Soleil, le reſte ſera la hauteur de l'Equateur, laquelle étant ſouſtraite de 90, le reſte ſera la hauteur du Pole.

EXEMPLE.

Le Soleil étant au premier degré de 69, ſa hauteur à Midi eſt à Paris de 64 d. 30 m. la déclinaiſon boreale eſt de 24 d. 30 m. Etant ôtée de 64 d. 30 m. reſte 41 d. pour la hauteur de l'Equateur, ſon complement juſqu'à 90 eſt 49, qui ſera la hauteur du Pole à Paris; mais ſi c'étoit depuis le 22 Septembre juſqu'au 20 Mars, la déclinaiſon du Soleil ſeroit Méridionale. Il faudroit pour lors y ajoûter la hauteur Meridiene. Le total ſera la hauteur de l'Equateur. Exemple. Le 22 Dec. le Soleil eſt élevé à Midi à Paris de 17 d. 30 m. ſa déclinaiſon eſt 23 d. 30 m. laquelle ajoûtée à 17 d. 30 m. le total eſt 41, dont le complément 49, ſera la latitude du lieu. Si le Soleil n'avoit point de déclinaiſon comme au commencement de ♈ & ♎, ſa hauteur ſeroit celle de l'Equateur, laquelle étant ſouſtraite de 90, le reſte ſeroit la hauteur du Pole. Si en ce même tems-là le Soleil eſt élevé de 90 d. à Midi, c'eſt une marque qu'on ſeroit ſous la ligne Equinoctiale. En prenant exactement la hauteur du ſoleil à toutes les heures du jour, on pourra faire des tables des hauteurs du Soleil ſur l'horiſon, mais elles ſe font bien plus juſte par la calcul.

CHAPITRE III.

Contenant la Conſtruction du Quartier de réduction & ſes uſages.

LE Quartier de reduction eſt un Inſtrument dont ſe ſervent les Pilotes à reduire les routes de Navigation. Il eſt compoſé de pluſieurs quarts de cercle qui ont même centre A, & de pluſieurs lignes droites paralleles; ces quarts de cercle & les lignes droites ſont à diſtances égales. On peu prendre l'un de ces quarts de cercle comme BC, pour le quart de chaque grand cercle de la Sphere, & principalement pour quart de l'horiſon, & du Méridien. *XX. Planche.*

En le prenant pour quart de l'horiſon, l'un de ſes côtez, tel qu'on voudra, comme AB, repreſentera la ligne Meridiene, c'eſt-à-dire, Nord & Sud.

L'autre côté AC, qui fait angle droit avec la Méridiene, repreſente la ligne Eſt & Oüeſt. Toutes les autres lignes paralleles au

côté AB ſont des Méridiens, & toutes celles qui ſont paralleles an côté AC ſont des lignes Eſt & Oüeſt.

Ce quart de cercle eſt diviſé premierement en 8 parties égales, par 7 raïons tirez du centre A, pour repreſenter les $\frac{8}{4}$ de vent de chaque quart de la Bouſſole ou de l'horiſon; chacun de ces quarts de vent vaut 11 d. 15 m. comme nous avons dit ci-devant en parlant de la Bouſſole.

La circonference BC eſt auſſi diviſée en 90 d. & chaque degré eſt ſubdiviſé de 12 en 12 m. par le moyen des lignes tranſverſales, tirées de degré en degré, & de 6 cercles concentriques, y compris les 2 extrêmes. On attache de plus au centre un fil, comme AL, lequel étant arrêté ſur tel degré que l'on veut du quart de cercle, ſert à diviſer l'horiſon de telle maniere qu'on trouve à propos. La figure 20 fait aſſez connoitre le reſte de la conſtruction de cet Inſtrument.

Uſage du Quartier de réduction.

ON forme ſur le Quartier de réduction des triangles ſemblables à ceux de la Navigation, & les côtez de ces triangles ſont meſurez par les intervales égaux qui ſont entre les quarts de cercle & entre les lignes N & S E & O.

On a diſtingué ces cercles & ces lignes en les marquant de 5 en 5 par des traits plus gros que les autres; de ſorte que ſi l'on prend chaque intervale pour une lieuë, il y aura 5 lieuës depuis une groſſe ligne juſqu'à l'autre; de même ſi on prend chaque intervale pour 4 lieuës, il y aura 20 lieuës qui font un degré de Marine depuis un gros trait juſqu'à l'autre.

Suppoſons, par exemple, avoir couru 150 lieuës NE quart N, qui eſt le 3 ^{me} quart de vent, faiſant depuis le Nord un angle de 33 d. 45 m. Nous avons donc 2 choſes connuës; ſçavoir, le rumb de vent & les lieuës de diſtance, par le moyen deſquelles on peut former ſur le quartier de réduction un triangle ſemblable à celui de Navigation pour trouver le reſte qui nous eſt inconnu; ce qui ſe fait en cette ſorte.

On prendra le centre A pour le point du départ, & l'on comptera par les arcs le long du rumb de vent ſuppoſé AD, les 150 lieuës de diſtance depuis A juſqu'à D, & ce point D ſera le lieu de l'arrivée lequel on marquera par une petite pointe, & on conduira DE parallele au côté AC, pour former le triangle rectangle AED, ſemblable à celui de la Navigation; le côté AE de ce triangle donnera 125 lieuës de difference en latitude vers le Nord, qui valent 6 d. 15 m.

à 20 lieuës par degré, & une lieuë pour 3 m. & enfin le côté E D donnera 83 lieuës mineures vers l'Eſt, leſquelles reduites, comme nous diront ci-après, donneront la difference en longitude, & par ce moyen tout le triangle ſera connu.

On appelle lieuës mineures celles qui répondent aux paralleles entre l'Equateur & les Poles, car ceux qui approchent le plus des Poles ſont les plus petits, & par conſequent les degrez de longitude auſſi plus petits; c'eſt pourquoi il y a moins de chemin à faire pour changer de longitude, que pour changer de latitude, où ſe comptent les lieuës majeures.

Comme le centre A du Quartier de réduction repreſente toûjours le lieu d'où l'on eſt parti, lorſqu'on a trouvé par quelque maniere que ce ſoit le point D où l'on eſt arrivé, tout le triangle AED ſe trouve facilement déterminé.

Si le Quatier de réduction eſt pris pour un quart du Méridien, l'un des côtez, comme AB, ſe pourra prendre pour le raïon commun du Méridien & de l'Equateur, & l'autre côté AC ſera la moitié de l'axe du Monde. Les degrez de la circonference CC repreſenteront les degrez de latitude, & les lignes paralleles au côté AB, perpendiculaires ſur AC, priſes depuis chaque point de latitude juſqu'à l'axe AC, ſeront les raïons des paralleles de ces latitudes, & en même tems les Sinus des complémens des mêmes latitudes.

Si, par exemple, on veut ſçavoir combien 83 lieuës mineures vers l'Eſt valent de degrez de longitude ſur le parallele de 48 d. de latitude, il faut premierement tendre le fil ſur les 48 d. de latitude, & compter les 83 lieuës propoſées ſur le côté AB, en commençant du centre A; elles ſe termineront au point H; prenant chaque petit intervale pour 4 lieuës, ou les intervales des gros traits pour 20 lieuës. Il faut enſuite conduire du point H la parallele HG juſqu'au fil, alors la partie du fil depuis A juſqu'en G, raïon du Méridien, montrera 125 lieuës majeures, valeur de 6 d. 15 m. à raiſon de 20 lieuës par degré, & 3 min. pour une lieuë; ce qui fait connoître que les 83 lieuës mineures AH, qui ſont la difference en longitude de la route ſuppoſée, & qui ſont égales au raïon du parallele G I, valent 6 d. 15 m. de ce parallele.

Suppoſons, pour ſecond exemple, que l'on veüille réduire cent lieuës mineures en degrez de longitude ſur le parallele de 60 deg. Ayant premierement tendu le fil ſur 60 deg. on comptera les cent lieuës de longitude du côté AB, & le parallele qui les terminera étant conduit au fil, retranchera le long du fil, à prendre depuis le

centre, 200 lieuës majeures qui valent 10 deg. c'eſt-à-dire, que cent lieuës ſur le parallele de 60 d. valent 10 d. de longitude, parce que chaque degré d'un grand cercle eſt double d'un degré du parallele de 60 degrez.

A côté du quartier de réduction on met une Echelle réduite que l'on nomme des latitudes croiſſantes, dont la conſtruction & diviſion eſt la même que celle du Méridien des Cartes réduites, dont nous parlerons ci-après.

L'uſage de cette Echelle eſt pour trouver le moyen parallele entre celui du départ & celui d'arrivée.

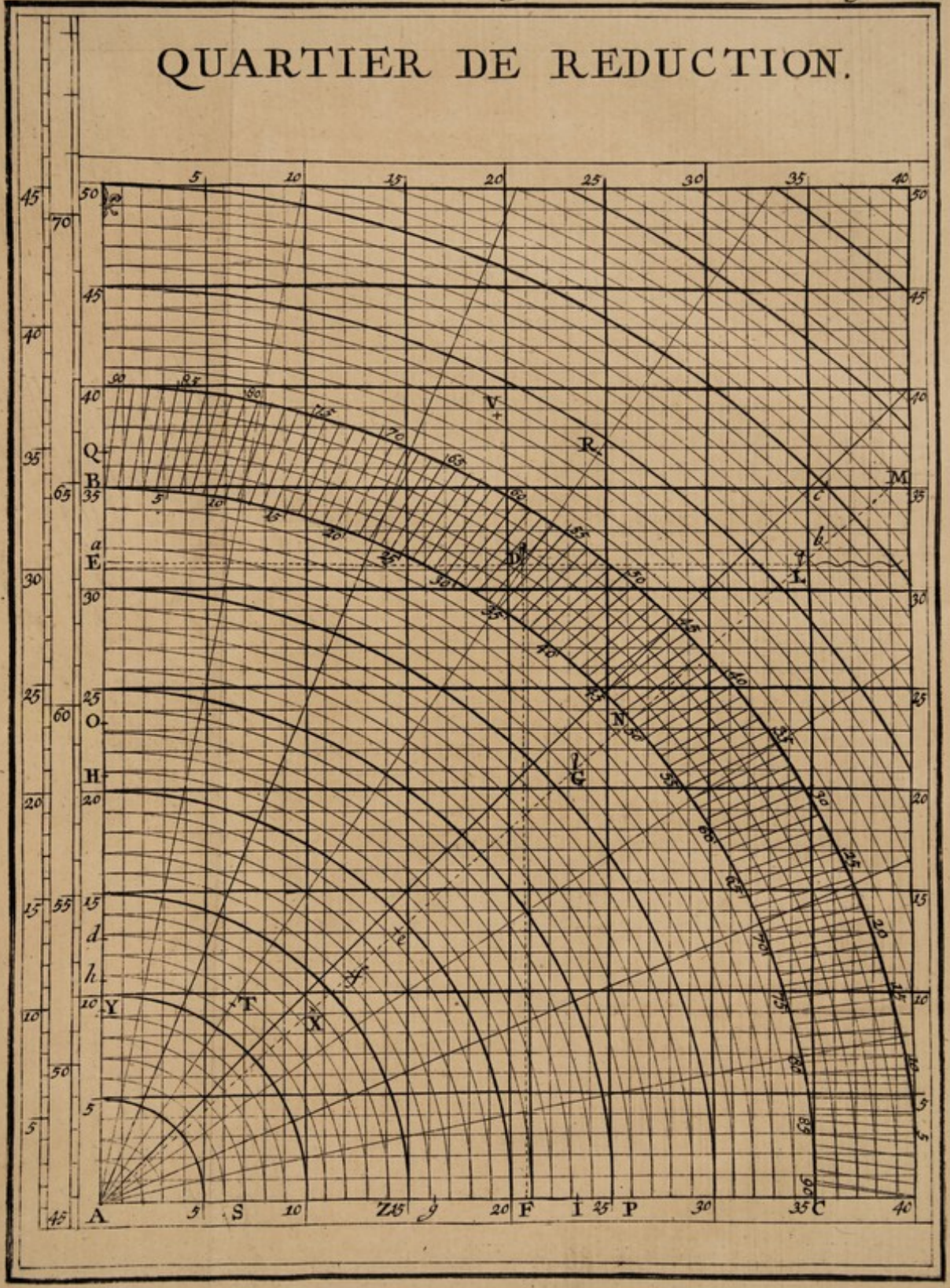
Quand on a couru une route oblique, c'eſt-à-dire, qui n'eſt exactement ni Nord ou Sud, ni Eſt ou Oüeſt, ces routes outre les lieuës majeures Nord & Sud, donnent des lieuës vers l'Eſt ou vers l'Oüeſt qu'il faut réduire en degrez de longitude. Mais ces lieuës que l'on appelle mineures, n'ont été faites ni ſur le parallele du départ, ni ſur celui de l'arrivée, ayant été faites ſur tous les paralleles qui ſont entre deux & qui ſont tous inégaux; c'eſt pourquoi ou eſt obligé d'en chercher un qui ſoit moyen proportionel entr'eux, & on l'appelle pour cela moyen parallele, lequel ſert à reduire en degrez & minutes de l'Equateur, les lieuës qu'on a faites en parcourant divers paralleles, dont les degrez deviennent plus petits à meſure qu'ils s'éloignent de l'Equateur allant vers les Poles.

Il y a pluſieurs méthodes pour trouver ce moyen parallele. Mais je ne parlerai ici que de celle qui ſe fait par l'Echelle réduite des latitudes croiſſantes & ſans calcul.

Soit propoſé, par exemple, de trouver le moïen parallele entre 40 & 60 d. de latitude. Prenez avec un compas ſur cette Echelle le milieu d'entre 40 & 60 d. Ce point milieu ſe terminera vis-à-vis de 51 d. qui ſera par conſequent le moyen parallele de cette route.

Remarquez, que comme cette Echelle eſt en 2 lignes, il faudra prendre l'eſpace depuis 40 d. de latitude juſqu'à 45, qui eſt d'un côté, & le porter ſur une ligne droite; prendre enſuite l'eſpace depuis 45 juſqu'à 60, qui eſt de l'autre côté pour ne faire qu'une ligne de ces 2 eſpaces joints enſemble; diviſer cette ligne en 2 également, & portant cette moitié ſur l'Echelle mettre une pointe du compas ſur le nombre 60, l'autre pointe ira ſe terminer au nombre 51, qui ſera le moyen parallele que l'on cherche. Après quoi il ſera facile de réduire les lieuës parcouruës vers l'Eſt en degrez de longitude par le Quartier de réduction, conſideré comme quart de Méridien de la maniere que nous venons de l'expliquer par deux exemples.

QUARTIER DE REDUCTION.



Des Cartes reduites.

LA Planche vingt-uniéme repreſente une Carte réduite. Mais avant que d'en donner la conſtruction & les uſages, il faut ſçavoir que tant qu'un Vaiſſeau eſt pouſſé par un même vent, il doit toûjours faire le même angle avec tous les Méridiens qu'il rencontre ſur la ſurface du Globe terreſtre.

Si le Vaiſſeau court Nord & Sud, il fait un angle infiniment aigu avec le Méridien qu'il décrit, c'eſt-à-dire, qu'il lui eſt parallele, ou plûtôt qu'il le ſuit & ne s'en écarte point.

S'il court Eſt & Oüeſt, il coupe à angles droits tous les Méridiens, car il décrit ou l'Equateur ou un des cercles qui lui ſont paralleles. Mais ſi ſa courſe eſt moyene entre ces 2, alors il ne décrira plus un cercle, parce qu'un cercle tracé de cette maniere couperoit tous les Méridiens à angles inégaux, ce que le Vaiſſeau ne doit pas faire. Il décrit donc une autre courbe, dont la condition eſſentille eſt de couper tous les Méridiens ſous le même angle. On la nomme Loxodromique, ou ſimplement Loxodromie; c'eſt une eſpece de ſpirale qui fait une infinité de tours ſans pouvoir arriver à un certain point, qui eſt le Pole où elle tend, & dont elle s'approche à chaque pas.

La route d'un Vaiſſeau, à l'exception des 2 premieres que nous avons marquées, eſt donc toûjours une courbe Loxodromique. Elle eſt l'hypotenuſe d'un triangle rectangle ſpherique, dont les 2 côtez ſont le chemin du Vaiſſeau en longitude & en latitude.

On a d'ordinaire la latitude par obſervation; on a par la Bouſſole l'angle de la Loxodromie, avec l'un ou l'autre des deux côtez, & ce qu'on cherche par le calcul de la Trigonométrie, c'eſt la valeur de la longitude parcouruë & de la Loxodromie ou route du Vaiſſeau.

Mais comme cette ligne courbe eſt embaraſſante pour les calculs, on a voulu avoir la route en ligne droite, & il a fallu conſerver à cette ligne droite l'eſſence de la Loxodromie, qui eſt de couper toûjours le Méridens ſous le même angle. Or cela eſt abſolument impoſſible tant que les Méridiens ne ſont point paralleles entr'eux, comme en effet ils ne le ſont pas. Il a donc fallu ſuppoſer les Méridiens paralleles, dont s'eſt enſuivi que les degrez de longitude inégalement éloignez de l'Equateur ont été ſuppoſez de même grandeur, quoique réellement ils diminuent toûjours depuis l'Equateur, ſelon une certaine proportion connuë; mais pour reparer cette erreur, les degrez de latitude, qui par la nature de la Sphere ſont égaux par tout, ſont augmentez dans les Cartes hydrographiques, en mê-

me proportion que ceux de longitude auroient dû décroître. Ainſi l'inégalité qui devroit être dans les deg. de longitude de differens paralleles, ſe rejete ſur les degrez de latitude de la maniere que nous dirons ci-après.

Les Cartes conſtruites de cette maniere s'appellent réduites, ou au point réduit, dont on ſe ſert ordinairement comme des meilleures; l'experience de pluſieurs ſiecles ayant fait connoître que pour l'uſage des Pilotes il faut des Cartes très-ſimples où les Méridiens, les paralleles à l'Equateur & les Rumbs de vent ſoient repreſentez par des lignes droites pour la facilité du pointage de leurs routes.

CHAPITRE IV.

Contenant la Conſtruction des Cartes réduites & leurs Uſages.

XXI. Planche. POur augmenter autant à proportion les degrez de latitude, que ceux de longitude ſe trouvent agrandis en les faiſant égaux à ceux de l'Equateur, on employe les Secantes qui augmentent autant les unes ſur les autres, que les Sinus de complément de latitude, qui devroient repreſenter les deg. de longitude, ont été augmentez en les faiſant égaux au raïon de l'Equateur par le parallelíſme des Méridiens; car le ſinus de complément d'un arc eſt au Sinus total, comme le Sinus total eſt à la Secante de ce même arc.

Ainſi prenant pour un degré de l'Equateur & pour le premier degré de latitude le raïon entier ou une partie aliquote quelconque de ce raïon, on prend pour le ſecond degré de latitude la Secante d'un degré ou la partie aliquote ſemblable de cette Secante; pour le 3^{me} degré de latitude on prend la Secante de deux degrez ou la partie aliquote ſemblable, & ainſi de ſuite.

Lorſqu'on veut avoir une Carte à plus grand point, on prend pour 30 m. de latitude & pour 30 m. de l'Equateur, un raïon de cercle ou une partie aliquote quelconque de ce raïon, pour un degre de latitude. On ajoûte de ſuite la Secante de 30 m. pour un degré & demi de latitude, on ajoûte de ſuite la Secante d'un degré, pour 2 deg. de latitude; on ajoûte la Secante d'un degré, 30 m. ou les parties aliquotes ſemblables de ces Secantes, & ainſi de ſuite.

On ſe ſert pour cela dans la pratique, d'une Echelle de parties égales, ſur laquelle on prend le nombre des parties qui répondent à peu près aux Secantes qui ſe trouvent dans les Tables, en retranchant les dernieres figures.

Dans ces Cartes l'Echelle eſt changeante à meſure qu'on change de

de latitude, ainſi, par exemple, ſi on a navigé entre le 40 & le 50 parallele, les degrez des Méridiens qui ſont entre ces deux paralleles ſerviront d'Echelle pour meſurer la route; d'où il eſt évident que l'on trouve moins de lieuës ſur les paralleles à meſure qu'ils s'approchent des Poles, puiſqu'on les meſure par une grandeur qui croît auſſi toujours en s'avançant vers les Poles.

Si, par exemple, vous voulez tracer une Carte réduite du 40me d. de latitude Septentrionale juſqu'au 50, & depuis le 6me d. de longitude juſqu'au 18; tracez premierement la ligne AB, qui repreſentera le 40e parallele à l'Equateur; diviſez-la en 12 part. égales pour les 12 d. de longitude que contient cette Carte; ayez un compas de proportion ou une Echelle diviſée, dont cent parties ſoient égales à chacun de ces degrez, élevez perpendiculairement ſur les extremitez de la ligne AB deux autres lignes qui repreſenteront deux Méridiens paralleles, leſquels vous diviſerez en ajoûtant bout à bout les Secantes convenables. Ainſi pour la diſtance du 40 au 41 deg. de latitude, prenez ſur vôtre Echelle 131 parties & demie, qui eſt la Secante de 40 d. 30 m. pour la diſtance du 41 au 42, prenez 133 & demi, qui eſt la Secante de 41 d. 30 m. pour la diſtance du 42 au 43, prenez 136, Secante de 42 d. 30 m. & ainſi de ſuite juſqu'au dernier degré de vôtre Carte qui ſera de 154 parties, Secante de 49 d. 30 m. & marquera la diſtance du 49 d. de latitude au 50, & par ce moyen les degrez de latitude ſeront augmentez dans la même proportion que ceux de longitude auroient dû décroître.

Pour y placer les rumbs de vent, choiſiſſez un endroit commode vers le milieu de la Carte, comme le point R; duquel comme centre vous décrirez un cercle aſſez grand pour être diviſé en 32 parties égales, pour les 32 airs de vent de la Bouſſole. Et ayant tracé vers le haut de la Carte le rumb de vent qui marquera le Nord, parallele aux 2 Méridiens diviſez, vous y ferez une Fleur-de-Lys, qui fera connoître tous les autres rumbs de vent, dont les principaux ſe doivent diſtinguer par des lignes plus groſſes.

Enſuite vous placerez, ſuivant leurs longitudes & latitudes, les villes, Ports, Iſles, Côtes, Bancs, Ecueils, &c. & formerez vôtre Carte. Vous pourrez auſſi faire pluſieurs Roſes de rumbs de vent, ſuivant la grandeur de la Carte; mais il faut que les lignes Nord & Sud ſoient toûjours paralleles entr'elles.

Uſage des Cartes réduites.

LE principal uſage des Cartes Marines eſt pour y pointer ou compaſſer les routes, à quoi les Cartes réduites ſont les plus propres.

Poin-

Pointer ou compaſſer une route, c'eſt marquer ſur la Carte le point d'où l'on eſt parti, celui où l'on eſt arrivé, avec leur diſtance, & le rumb qu'on a ſuivi, comme auſſi leur longitude & latitude. Ce que nous allons expliquer par quelques Exemples.

I. EXEMPLE.

Un Vaiſſeau part de l'Iſle Oüeſſant à 48 d. 30 m. de latitude Sept. & 13 d. 30 m. de longitude pour aller au Cap de Finiſterre en Galice, à 43 d. de latitude & 8 d. de longitude. On demande quelle route il faut tenir & quelle eſt la diſtance de ces 2 lieux. Imaginez-vous une lig. tirée de l'Iſle Oüeſſant au Cap de Finiſterre, examinez avec un Compas à quel rumb de vent marqué ſur la Carte cette ligne eſt parallele, ce ſera celui qu'il faut ſuivre; vous trouverez que c'eſt le Sud-Oüeſt quart au Sud qui convient à cette route.

A l'égard de la diſtance prenez avec un Compas l'étenduë de 5 d. ſur le Méridien pour en faire une Echelle de cent lieuës vis à-vis ladite route; c'eſt-à-dire depuis 43 d. juſqu'à 48. Portez une pointe du Compas ainſi ouvert ſur l'Iſle Oüeſſant, & l'autre pointe ſur la ligne occulte qui tend au Cap de Finiſterre, en y faiſant une petite marque. Cette ouverture fera cent lieuës de chemin. Prenez enſuite avec le même Compas la diſtance de puis cette marque juſqu'au Cap de Finiſterre. Portez cette ouverture ſur le Méridien, mettant une pointe ſur le 43^{me} degré, l'autre pointe tombera environ à un quart moins du 45^{me}, ce qui vaut 35 lieuës, & par conſequent cette diſtance entiere eſt de 135 lieuës.

II. EXEMPLE.

Un Vaiſſeau parti de l'Iſle Oüeſſant a ſuivi le Sud-Oüeſt quart au Sud, pour aller au Cap de Finiſterre. Le Maître Pilote ayant examiné la force du vent, la quantité de voiles de déploïées, & connoiſſant par experience la vîteſſe de ſon Navire, eſtime avoir fait 50 lieuës de chemin pendant 20 heures de tems qu'il eſt en route, & pour marquer ſur la Carte le point où eſt le Vaiſſeau, il doit prendre avec un Compas l'étenduë de 2 d. & demi, équivalens à 50 lieuës ſur le Méridien, depuis le 46^{me} deg. juſqu'au 48 deg. 30 min & porter une pointe du Compas ainſi ouvert ſur le lieu d'où il eſt parti, & l'autre pointe étant conduite ſur la ligne de route marquera le point T ou eſt arrivé le Vaiſſeau. Que ſi vous ſouhaitez de ſçavoir la lougitude & latitude de ce lieu d'arrivée, mettez une pointe de Compas ſur le point T, & l'autre ſur le plus proche parallele. Conduiſez perpendiculairement le Compas ainſi ouvert le long du parallele juſqu'au Méridien; le degré où aboutira le

Compas

Planche Vingt-unieme.

Compas marquera la latitude du point T. Pour ſa longitude mettez une pointe du Compas en T, & l'autre ſur le Méridien le plus proche, faites couler le Compas vers le parallele diviſé, il vous marquera le degré de longitude.

Comme les Paralleles & les Méridiens ne traverſent point la Carte, pour ne la pas embaraſſer avec les rumbs de vent, on ſe ſert d'une regle qui traverſe la Carte de part & d'autre & qui fait le même effet.

III. EXEMPLE.

Un Pilote ſçachant le rumb de vent qu'il a ſuivi depuis ſon départ, & ayant pris hauteur, il connoît la latitude du lieu où eſt ſon Vaiſſeau. On demande qu'il marque ſur la Carte le lieu où il eſt, & combien de chemin il a fait. Je ſuppoſe qu'étant parti de l'Iſle Oüeſſant il eſt arrivé en un lieu dont la latitude eſt de 46 d. Cela étant il ouvrira le Compas depuis 46 d. du Méridien juſqu'à 48 d. 30 m. qui eſt la latitude du départ, où ayant place une regle juſqu'a l'Iſle Oüeſſant, il fera couler le long de cette regle une pointe de Compas, juſqu'à ce que l'autre pointe rencontre la ligne de route. Le point d'interſection S ſera celui où étoit le Vaiſſeau au tems de l'obſervation. A l'égard du chemin parcouru, ouvrez le Compas depuis ce point juſqu'au lieu du départ, & portez cette ouverture ſur le Méridien; elle ira depuis 46 degrez juſqu'à 49 qui font 60 lieuës de chemin, à raiſon de 20 lieuës par degré.

IV. EXEMPLE.

Connoiſſant la latitude & la longitude d'un lieu trouver, ce lieu dans la Carte réduite. Ayant mis la pointe d'un Compas à Carte Marine ſur le degré de latitude connuë, & l'autre ſur le plus proche parallele; il faut de l'autre main mettre la pointe d'un ſecond Compas ſur le degré de longitude connuë, & l'autre pointe ſur le plus proche Méridien, & faire couler ces deux Compas juſqu'à ce que deux de leurs pointes ſe rencontrent. Le point de jonction ſera le lieu cherché. Cette operation eſt fort en uſage aux Gens de Mer, après avoir trouvé leur point par le calcul ou par le Quartier de réduction; car ayant par ce moyen trouvé ſur la Carte le lieu où eſt arrivé le Vaiſſeau, il leur eſt facile de connoître le rumb de vent qu'ils doivent ſuivre pour continuer leur route.

Des Marées ou Flux & Reflux de la Mer.

LEs Navigateurs ne doivent pas ignorer ce que c'eſt que le Flux & Reflux de la Mer, ni l'heure qu'elle eſt baſſe ou haute dans les differentes Côtes qu'ils navigent.

Le Flux ou Flot de la Mer eſt lorſqu'elle monte, & le Reflux ou le Zouſant eſt lorſqu'elle deſcend. Il y a Flux & Reflux deux fois par 24 h. 48 m. c'eſt-à-dire, que la Mer venant da la Zone torride allant vers chacun des Poles, elle monte le long des Côtes pendant 6 h. 12 m. & puis ſe retire pendant 6 h. 12 m. & ainſi eſt à la plus grande hauteur de 12 en 12 h. 24 m. ce qu'on appelle pleine Mer, & elle eſt baſſe auſſi de 12 en 12 h. 24 m. ce qu'on appelle baſſe Mer.

L'on appelle Vives-eaux ou Reverdies les Marées au tems des nouvelles & pleines Lunes; parce que la Mer monte davantage pour être pleine Mer, & elle baiſſe davantage pour être baſſe Mer, qu'elle ne fait dans les Quadratures, qu'on dit alors les Mortes-eaux.

Les Marées montent & baiſſent davantage au tems des Equinoxes qu'en toutes autres ſaiſons de l'année, c'eſt pourquoi les Reverdies de ces tems-là ſe nomment les grandes Malines. On eſtime que la Mer monte & baiſſe environ un 6^me^ plus aux Reverdies des Equinoxes qu'à celles des Solſtices, & dans les autres tems à proportion. Lorſqu'on eſt dans des Côtes, on doit ſoigneuſement remarquer combien les Marées y montent depuis la baſſe Mer juſqu'à la haute & par ſupputation, faire la même choſe pour les grandes Malines. On verra dans les Tables ce que les Marées montent dans chaques Côtes aux grandes Malines. Il eſt bon de ſçavoir que les vents augmentent beaucoup les Marées quand ils portent vers les Côtes.

L'on ſçait auſſi que ſuivant toutes les apparences les mouvemens de la Mer ſont reglez par les mouvemens de la Lune, car la Mer retarde de 48 min. qui font trois quarts d'heure & trois minutes par jours, comme fait la Lune: & par conſequent la Mer auſſi-bien que la Lune retarde de quatre heures en cinq jours, & ainſi à proportion; & toutes les fois qu'il eſt pleine Mer dans un Port ou dans une Côte, c'eſt toûjours au moment que la Lune ſe trouve à un même cercle horaire. Nous avons donné quelque raiſon du Flux & Reflux de la Mer dans le Traité de l'Uſage des Globes.

Il y a pluſieurs Tables trés bones qui marquent l'heure de la pleine Mer au jour de la nouvelle Lune & pleine Lune dans preſque tous les Ports, Havres & Côtes.

Voilà en abregé la conſtruction & les uſages des principaux Inſtrumens qui ſervent à la Navigation. Il y a ſur cette Matiere quantité d'autres choſes à dire; mais comme elles ſont hors de nôtre deſſein, nous n'en dirons pas davantage. Les curieux de cette ſcience trouveront pluſieurs bons Livres qui en traitent à fond.

Fin du ſeptiéme Livre.

DE

DE LA CONSTRUCTION ET DES USAGES DES CADRANS AU SOLEIL.

LIVRE HUITIÉME.

Remarques & définitions appartenantes aux Cadrans.

LES Cadrans au Soleil prennent leurs noms des principaux cercles de la Sphere auſquels ils ſont paralleles. On appelle par exemple, Cadran horiſontal celui qui eſt parallele à l'horiſon; Cadran équinoxial, celui qui eſt parallele à l'Equateur du Monde; Cadrans verticaux, ceux qui ſont paralleles à quelqu'un des cercles verticaux, & ainſi des autres.

Aux ſurfaces des Cadrans pour y montrer l'heure, on met deux ſortes de ſtyles; l'un appellé droit, qui conſiſte en une verge pointuë, laquelle par ſon extremité & d'un ſeul point d'ombre marque l'heure preſente; l'autre eſt nommé Style oblique ou incliné, ou bien Axe qui montre l'heure ou partie d'heure tout de ſon long.

Le bout du Style droit de tous les Cadrans repreſente le centre du Monde & de l'Equateur. Le plan du Cadran eſt éloigné du centre de la Terre, autant que le Style droit a de longueur.

La diſtance du Soleil au centre de la Terre eſt ſi grande, que l'on peut eſtimer tous les points de la ſuperficie de la Terre que nous habitons, comme s'ils étoient joints au centre même, ſans que l'on puiſſe s'appercevoir que cette difference, qui eſt la diſtance de tout le demi-diametre de la Terre, c'eſt-à-dire, plus de 1400 lieuës communes de France, apporte aucun changement ſenſible au mouve-

ment journalier du Soleil autour du centre de la Terre, ou autour d'une ligne droite qui paſſe par ce centre, & que l'on nomme l'Axe du Monde.

C'eſt pourquoi l'extremité du Style de tous le Cadrans peut être priſe pour le centre de la terre, & la ligne parallele à l'Axe du Monde qui paſſe par l'extremité de ce Style, peut être conſiderée comme l'Axe du Monde.

Les lignes horaires que l'on trace ſur les Plans des Cadrans ſont le rencontres des cercles horaires de la Sphere du Monde avec le Plan des Cadrans.

Le centre du Cadran eſt la rencontre de ſa ſurface avec l'Axe du Cadran qui paſſe par la pointe du Style, & qui eſt parallele à l'Axe du monde. Toutes les lignes horaires ſe rencontrent au centre du Cadran.

Tous les Plans des Cadrans peuvent avoir un centre, hormis ceux qui ſont Orientaux, Occidentaux ou Polaires, dont les lignes horaires ſont paralleles entr'elles & à l'Axe du Monde.

La verticale du Plan du Cadran eſt la perpendiculaire qui va depuis la pointe du Style juſqu'à ſon pied; mais la verticale du lieu eſt la ligne droite perpendiculaire à l'horiſon qui paſſe par l'extremité du Style.

Il y a auſſi deux Méridienes, dont l'une eſt la Méridiene propre du plan ou la ſouſtylaire, parce que ſon cercle paſſe par la verticale du plan, & par conſequent par le pied du Style; l'autre, qui eſt la Méridiene du lieu, a ſon cercle Méridien qui paſſe par la verticale du lieu.

Lorſque le Cadran ne décline point à l'Orient ou à l'Occident, la Souſtylaire ou la Méridiene du Plan eſt jointe à la Méridiene du lieu ou ligne de 12 h. quoique la ſurface du Cadran ſoit verticale ou horiſontale, ou même inclinée en deſſus ou en deſſous.

La ligne horiſontale du Cadran eſt la rencontre de la ſurface du Cadran avec un Plan horiſontal ou de niveau, qui paſſe par la pointe du Style.

La ligne équinoxiale eſt la rencontre de la ſurface du Cadran avec le Plan du cercle équinoxial. Cette ligne eſt toûjours d'équerre avec la ſouſtylaire; c'eſt pourquoi lorſque la ſouſtylaire eſt poſée & qne l'on a un point de la ligne équinoxiale, on a auſſi la poſition de toute cette ligne. Au contraire la ligne équinoxiale étant donnée, on aura la ſouſtylaire qui ſera la ligne perpendiculaire ou à angles droits à cette équinoxiale; la ſouſtylaire doit paſſer par le pied du Style & par le centre du Cadran.

La

La ligne de 6 h. paſſe toûjours par la rencontre de la ligne horiſontale & de l'équinoxiale aux Cadrans déclinans. Ainſi le point de rencontre de ces deux lignes eſt un des points de la ligne de 6 h.

Le point où ſe rencontrent la ſouſtylaire & la Meridiene eſt le centre du Cadran.

Quand on veut faire un Cadran, il faut commencer par trouver quelle eſt la poſition du Plan, par exemple, du Mur où on veut le faire, à l'égard du Soleil & des principaux cercles du Ciel. Pour cet effet on peut prendre par obſervation quelques points d'ombre ſur le Plan du Cardran, qui ſervent à en déterminer la poſition, & à trouver enſuite par les regles de la Gnomonique ou Horlogiographie toutes les lignes que l'on veut repreſenter. C'eſt de ces points que dépend toute la juſteſſe du Cadran.

Ces points d'ombre ſe prennent dans un même jour à 3 ou 4 h. l'un de l'autre, ils doivent être écartez le plus qu'il eſt poſſible, afin que les autres points & lignes néceſſaires en ſoient plus démêlez.

CHAPITRE PREMIER.

Des Cadrans tant reguliers qu'irreguliers, qui ſe tracent ſur des Plans & ſur des Corps de differentes figures.

CEt Inſtrument repreſente un corps évuidé, ayant 14 Plans, ſur chacun deſquels on peut tracer un Cadran. On le fait de bois, de pierre, de cuivre ou de toute autre matiere ſolide. *XXII. Planche. Fig. 1.*

Le Plan ſupérieur marqué A, eſt parallele à l'horiſon, c'eſt pourquoi on y trace un Cadran horiſontal, auſſi-bien que ſur le Plan inférieur marqué E, mais celui ci eſt fort peu éclairé. Le Plan B eſt parallele à l'Axe du Monde & fait un angle de 49 deg. avec l'oriſon de Paris, parce que nous ſuppoſons tous ces Cadrans faits pour ladite hauteur de Pole. On y trace un Polaire ſupérieur, & au Plan F qui eſt ſon oppoſé, on y trace un Polaire inférieur. Le Plan C eſt parallele au premier vertical, & comme il regarde le Midi, on y trace un Cadran vertical Méridional, & ſon oppoſé, qui eſt vers G, étant tourné directement au Septentrion, on y trace un vertical Septentrional qui n'a pû ſe repreſenter en cette figure.

Le Plan H eſt parallele à l'Equateur du Monde; c'eſt pourquoi il fait un angle de 41 d. avec l'horiſon, qui eſt le complement de la hauteur du Pole à Paris. On y trace un Cadran équinoxial ſupérieur, & à ſon oppoſé D un équinoxial inferieur. Le Plan marqué K eſt parallele au Plan du Méridien; & comme il eſt tourné directement

à l'Occident, on y trace un Méridional Occidental, & au Plan qui lui eſt oppoſé, on y trace un Méridional Oriental. Le Plan marqué I fait un angle de 45 deg. avec le vertical Méridional ; c'eſt pourquoi on y trace un vertical déclinant de 45 deg. du Midi à l'Occident ſon oppoſé eſt un déclinant du Septenntrion à l'Orient de 45 d. Enfin le Plan marqué L eſt un déclinant du Septentrion à l'Occident, auſſi de 45 deg. & ſon oppoſé eſt un déclinant du Midi à l'Orient de la même déclinaiſon.

Les 9 premiers Cadrans ſe nomment reguliers, & les 4 derniers qui ſont des déclinans ſe nomment irreguliers.

Tous les Axes de ces Cadrans ſont paralleles entr'eux & à l'Axe du Monde.

Nous donnerons ci après la conſtruction de tous ces Cadrans, auſſi-bien que de ceux dont nous allons parler dans l'Inſtrument qui ſuit.

Conſtruction des Cadrans qui ſe tracent ſur un Dodecaëdre.

Fig. 2. CEtte figure eſt un des cinq Corps reguliers dont nous avons donné le dévelopement & la coupe en carton, avec la maniere de les former en réuniſſant leurs côtez, dans le premier Livre de ce Traité. Il eſt nommé Dodecaëdre, & termine par 12 Pentagones reguliers, ſur leſquels ou peut tracer autant de Cadrans, excepté celui qui lui ſert de baſe.

Le Plan A étant placé horiſontalement, on y trace un Cadran horiſontal, dont la ligne de 12 h. coupe en 2 également un des angles du Pentagone. Sur le plan B, qui eſt tourné vers la partie Méridionale du monde, on y trace un Cadran vertical Méridional ſans déclinaiſon, incliné au Zénith ou vers le Ciel de 63 d. 26 m. ſon centre eſt en haut, & ſa ſouſtylaire eſt la ligne de 12 h. ſon oppoſé eſt un vertical Septentrional ſans declinaiſon, incliné au Nadir ou vers la Terre de 63 d. 26 m. ſon centre eſt en bas. Le Cadran marqué C eſt un déclinant du Midi vers l'Orient de 36 d. & incliné vers la Terre de 63 d. 26 m. ſon centre eſt en haut. Son oppoſé eſt un déclinant du Septentrion vers l'Occident de 36 d. incliné au Zénith de 63 d. 26 m. le centre en bas. Le Cadran marque D, eſt un déclinant du Septentrion vers Orient, de 72 d. incliné au Nadir de 63 d. 26 m. le centre en haut, ſon oppoſé eſt un déclinant du Midi vers l'Occident de 72 d. incliné au Zénith de 63 d. 26 m. le centre en bas.

Le Cadran marqué E eſt un déclinant du Septentrion vers l'Orient de 36 d. incliné au Zénith de 63 d. 26 m. le centre en bas, ſon oppoſé

poſé eſt un déclinant du Midi vers l'Occident de 36 d. incliné au Nadir de 63 d. 26 m. le centre en haut. Enfin le Cadran marqué F eſt un déclinant du Midi à l'Orient de 72 d. incliné au Zénith de 63 d. 26 m. le centre en bas, ſon oppoſé eſt un déclinant du Septentrion à l'Occident de 72 d. incliné au Nadir de 63 d. 26 m. ſon centre eſt en haut.

Tous ces Cadrans ſont garnis de leurs Axes qui ſont paralleles entr'eux & à l'Axe du Monde.

On place ces Corps ſur un pied dans un lieu bien expoſé au Soleil. On les oriente par le moyen d'une Bouſſole ou d'une ligne Méridienne tracée comme nous dirons ci-après, & tous les Cadrans éclairez du Soleil en même tems marquent la même heure.

Si l'on veut placer dans un Jardin le Dodecaëdre ſur un pied d'eſtal bien affermi, il faut qu'il ſoit fait de matiere ſolide, comme de pierre ou de bon bois peint à l'huile, afin de pouvoir reſiſter aux injures du tems; c'eſt pourquoi nous allons ici donner la maniere de tailler ce corps.

Ayez un bloc de pierre taillé en cube parfait, diviſez en 2 également chacun des 4 côtez de ſes ſurfaces par 2 diametres AC, BD. Des points A & C faites l'angle EAF de 116 d. 34 m. c'eſt-à-dire, 58 d. 17 m. de part & d'autre du diametre AC, parce que toutes les ſurfaces du Dodecaëdre ſont l'une avec l'autre des angles de 116 d. 34 m. c'eſt pourquoi deux de ſes faces étant poſées horiſontalement, toutes les autres inclinent de 63 d. 26 m. complément à 180 d. l'eſpace entre F & G ou EH eſt la longueur de chaque côté des Pentagones. Portez la moitié BF de part & d'autre du point d'interſection I en X, & faites la même choſe ſur toutes les autres faces du cube, les diametres perpendiculairement l'un ſur l'autre, enſuite retranchez toute la pierre le long de ſes diametres juſqu'aux extremitez des côtez, comme depuis & tout le long du diametre KM, tirant vers B & taillant en ligne droite les deux angles ſolides juſqu'au point Q en la premiere ſurface, de même tout le long du diametre LN, tirant vers K, allant droit au point S, & encore tout le long du diametre BD, tirant vers A juſqu'au point T. Les autres faces ſe tailleront de même. Pour faciliter la main & l'imagination de l'ouvrier il eſt à propos d'avoir un de ces corps faits de carton devant ſoi, afin de mieux repreſenter les angles & les côtez qu'il faut retrancher. Fig. 2.

L'on peut encore tailler ces corps étants premierement de figure cylindrique, mais la méthode que nous donnons eſt ſuffiſante.

L'on

L'on fait auſſi de ces ſortes de Cadrans en cuivre & plus petits, & qui ſont fort curieux.

Conſtruction du Cadran horiſontal.

Fig. 4. LA figure 4 eſt un Cadran horiſontal. Pour tracer ce Cadran, tirez premierement les deux lignes droites AB, CD ſe coupantes à angles droits au point E qui ſera le centre du Cadran. La ligne AB ſera la Méridiene ou ligne de 12 h. & CD celle de 6 h. Faites l'angle BEF égal à celui de l'élevation du Pole, comme à Paris de 49 d. On ſçait par obſervation que Paris n'eſt qu'à 48 d. 51 m. mais nous négligeons les 9 m. comme étant très-peu de choſe dans les Cadrans. La ligne EF repreſente l'Axe du Monde, dans lequel ayant choiſi le point G, comme s'il étoit le centre de la Terre, vous tirerez à angles droits GH, qui repreſente le raïon de l'Equateur rencontrant la Méridiene en H. Faites enſuite AB, priſe avec un Compas égale à HG, tirez la droite LHK perpendiculaire à la Méridiene, & repreſentant la commune ſection de l'Equateur avec le Plan du Cadran : du point B, comme centre, décrivez le quart de cercle MA, diviſez-le en 6 arcs égaux qui ſeront de 15 d. chacun, & tirez les lignes ponctuées B5 B4 B3 B2 B1, qui diviſeront la ligne LK d'heure en heure, y marquant les points par où vous ferez paſſer les lignes horaires qui ſeront tirées du point E, centre du Cadran, auquel on peut donner telle figure que l'on veut, ſoit de quarré long, comme celui de la fig. 4 & de la fig. 1, ſoit de Pentagone regulier, comme celui de la fig. 2, & ainſi des autres.

Au lieu du quart de cercle MH on peut, pour plus grande facilité, tracer ſeulement un arc de 60 d. dont la corde eſt égale au raïon, & l'ayant diviſé en 4 arcs égaux de 15 d. chacun, on en ajoûtera un pour la cinquiéme heure.

Pour y tracer les demi-heures diviſez en 2 également chacun des arcs de la circonference MH, pour avoir des arcs de 7 d. 30 m. que l'on peut encore ſubdiviſer en 2 pour avoir des quarts d'heure que l'on tirera du point B par des lignes occultes, juſqu'au rencontre de l'équinoxiale KL : par ces points de rencontre & par le centre E du Cadran vous tracerez toutes les lignes horaires.

Les diviſions marquées dans la partie LH ſe tranſportent avec un Compas dans l'autre partie HK, parce que les heures également éloignées de 12 h. tant devant qu'après midi, font avec la Méridiene des angles égaux ; les lignes de 7 & 8 h. du matin prolongées au delà du centre du Cadran donnent les lignes de 7 & 8 h. du ſoir,

&

& les lignes de 4 & 5 heures après midi prolongées de même, donnent 4 & 5 h. du matin.

Ce Cadran étant affermi ſur un Plan bien de niveau, c'eſt-à-dire, parallele à l'horiſon, expoſé au Soleil & bien orienté, en ſorte que la ligne A 12 convienne avec la Méridiene du Monde, & que le Style ou Axe EHF étant relevé perpendiculairement ſur la ligne de 12 h. l'axe EF ſoit parallele à l'axe du Monde, l'ombre de cet axe marquera les heures exactement depuis le lever du Soleil juſqu'à ſon coucher.

Conſtruction du Cadran vertical ſans déclinaiſon.

CE Cadran eſt parallele au premier vertical qui coupe le Méridien à angles droits & paſſe par les points d'Orient & d'Occident des Equinoxes ſur l'horiſon.

Pour le tracer, tirez premierement les lignes EB, & CD à angles droits, dont la premiere ſera la ligne 12 h. & l'autre celle de 6 h. Faites au point E, centre du Cadran, l'angle BEF égal au complement de l'élevation du Pole, comme à Paris de 41 d. élevez perpendiculairement ſur la Méridiene la ligne IG, qui ſera le Style droit, dont le point I eſt le pied, & G l'extremité; qui comme nous avons dit, peut paſſer pour centre de la Terre. Cette ligne prolongée de part & d'autre eſt la ligne horiſontale. Fig. 5.

La ligne EGF repreſente l'axe du Monde, ſur lequel tirez à angles droits la ligne GH juſqu'au rencontre de la Méridiene. Cette ligne GH repreſente le rayon de l'Equateur, & la ligne LHK tirée par le point H, & qui coupe la Méridiene à angles droits repreſente la commune ſection de l'Equateur avec le Plan du Cadran. Faites HB égale à HG; du point B comme centre, décrivez la circonference du quart de cercle MH, que vous diviſerez en ſix arcs égaux de 15 d. chacun, par des lignes ponctuées qui diviſeront la ligne LK en parties inégales qui ſeront les tangentes de ces arcs; enfin par ces points de diviſion, & par le centre E vous tirerez les lignes horaires depuis 6 h. du matin juſqu'à 6 h. du ſoir, qui formeront le Cadran, comme il ſe voit en ladite figure 5. Si l'on veut y marquer les demi-heures & les quarts, on fera comme nous avons dit au Cadran horiſontal.

Ce Cadran ſe place ſur un Mur ou ſur un Plan bien perpendiculaire à l'horiſon & tourné directement au Midi, c'eſt pourquoi on le nomme vertical Méridional.

Sa Méridiene ou ligne de 12 h. doit être parfaitement à plomb, & ſa ligne horiſontale de niveau. Il a le centre en haut, & l'extremité

de ſon axe tend au Pole inférieur. Son oppoſé ſe nomme vertical Septentrional; il a le centre en bas, & l'extremité de ſon axe tend au Pole ſupérieur du Monde. Sa conſtruction eſt la même que celle du vertical Méridional; car les lignes horaires & l'axe font les mêmes angles avec la Meridiene. Le Cadran vertical Septentrional ne marque les heures que pendant les grands jours d'Eté; ſçavoir, le matin depuis le lever du Soleil juſqu'à ce qu'il paſſe par le premier vertical, & le ſoir depuis le tems qu'il repaſſe le premier vertical juſqu'à ſon coucher. Quand le Soleil décrit le Tropique d'Eté, il ſe leve ſur l'horiſon de Paris à 4 h. & joint le premier vertical entre 7 & 8 h. du matin; l'après midi il repaſſe par le premier vertical entre 4 & 5 h. du ſoir & ſe couche à 8, c'eſt pourquoi on marque ſur ce Cadran les heures depuis 4 h. du matin juſqu'à 8, & depuis 4 h. du ſoir juſqu'à 8.

En ce tems-là le vertical Méridional n'eſt éclairé que depuis environ 8 h. du matin juſqu'à 4 h. du ſoir.

Mais quand le Soleil par ſon mouvement annuel a rejoint l'Equateur, il ne marque plus les heures ſur le vertical Septentrional, & il les marque ſur ſon oppoſé dépuis ſon lever juſqu'à ſon coucher.

Conſtruction du Cadran Polaire.

LA figure 6 repreſente un Polaire ſupérieur. C'eſt un Cadran incliné vers le Ciel, mais qui ne decline point, car il eſt parallele à l'axe du Monde & au cercle de 6 h. qui coupe le Méridien à angles droits. C'eſt pourquoi il ne peut jamais marquer 6 h. du matin ou du ſoir, parce que pour lors l'ombre du Style étant parallele au plan du Cadran, il n'y peut pas faire ombre.

Ce Cadran n'a point de centre & les heures ſont parralleles entr'elles & à l'axe du Monde. Son plan étant parallele à un horiſon de la Sphere droite, paſſe par les deux Poles du Monde, d'où il tire ſon nom de Polaire.

Fig. 6. Pour le tracer tirez premierement la ligne AB, repreſentant l'équinoxiale, & ID à l'équerre, pour la Méridienne ou ligne de 12 h. prenez la longueur du ſtyle à diſcretion, ſuivant la grandeur du plan comme ici CD; de ſon extremité D faites un quart de cercle que vous diviſerez en 6 arcs égaux ou ſeulement un arc de 60 deg. que vous diviſerez en 4 de 15 d. chacun pour les 4 premieres heures après midi, & ajoûtez enſuite un pareil arc de 15 d. pour la 5^me^ h. du point D, tirez des lignes ponctuées depuis les diviſions de la circonference dudit arc, juſqu'au rencontre de la ligne AB; & par ces points de rencontre tracez les lignes horaires paralleles à la Méridie-

diene & perpendiculaires à l'équinoxiale. Les eſpaces des heures également éloignées de midi devant & après ſont égaux, c'eſt-à-dire, qu'on tranſporte les diſtances de la ligne CA du côté de la ligne CB. Le Style doit être égal à CF; diſtance du midi à 3 h. & ſe peut faire en forme de parallelograme rectangle, comme celui qui eſt marqué au-deſſus de la lettre K, dans ladite fig. 6. Il ſe place le long de la ligne de 12 h. qui pour cette raiſon eſt nommée ſouſtilaire.

Si on ne met qu'une ſimple verge pour ſtyle, comme celle qui ſe voit au point C de la Méridiene, il ne marquera les heures que par le bout de l'ombre, au lieu que le parallelograme les marque par une ligne.

Le Polaire ſupérieur peut marquer les heures depuis 7 d. du matin juſqu'à 4 h. du ſoir.

Le Polaire inférieur ne peut ſervir que dans les grands jours d'Eté; il marque les heures depuis le lever du Soleil juſqu'à 5 h. du matin, & depuis 7 h. du ſoir juſqu'au coucher du Soleel; pour l'élevation du Pole de Paris, on y remarque 4 & 5. h. du matin, comme auſſi 7 & 8 h. du ſoir. Sa conſtruction eſt la même que celle du Polaire ſupérieur, car la diſtance depuis la ſouſtylaire juſqu'à 4 & 5 h. d'après midi ſur le Polaire ſupérieur, eſt la même que celle de la ſouſtylaire du Polaire inférieur juſqu'à 4 & 5 h. du matin, de même que juſqu'à 7 & 8 h. du ſoir. C'eſt pourquoi nous avons jugé inutile d'en tracer la figure.

La diſtance des heures dépend de la grandeur du Style, ainſi elles ſeront plus ou moins éloignées les unes des autres à proportion que l'extrémité D ſera plus ou moins éloignée de l'Equinoxiale.

Pour placer ce Cadran à Paris, il faut que ſon Plan faſſe avec l'horiſon un angle de 49 d. ſupérieur tourné vers le Ciel, & directement au Midi, afin que ſon axe ſoit parallele à l'axe du Monde; ſon oppoſé qui eſt l'inférieur eſt incliné vers la Terre, les heures du matin ſont vers l'Occident, & celles du ſoir vers l'Orient.

Pour y tracer la ligne horiſontale, du point F, extremité du Syle, comme centre, décrivez l'arc GH, égal à l'élevation du Pole, c'eſt-à-dire, de 49 d. pour Paris, tirez la droite FH qui coupera la Méridiene au point I, par lequel vous tirerez à angles droits l'horiſontale LK, laquelle ſervira à connoître ſi le Cadran eſt bien placé; & s'il a ſon inclinaiſon convenable; car pour cela il faut qu'un Plan poſé le long de la ligne horiſontale & appuié ſur la pointe du Style qui eſt en l'air, ſoit de niveau ou parallele à l'horiſon.

Dans les Païs où la Sphere eſt droite, le Cadran Polaire ſe place

parallement à l'horiſon, & dans la Sphere parallele il ſe place verticalement, c'eſt-à-diré, ſur les Murs à plomb qui ne déclinent point.

Conſtruction du Cadran Equinoxial.

LE Cadran Equinoxial ſupérieur ne marque les heures que pendant 6 mois de l'année; ſçavoir, depuis l'Equinoxe de Printems juſqu'à celui d'Automne. Son oppoſé qui eſt un équinoxial inférieur marque les heures pendant les 6 autres mois; c'eſt-à-dire, depuis l'Equinoxe d'Automne juſqu'à celui de Printems.

Le Plan de ces Cadrans eſt parallele à l'Equateur du Monde, & coupé à angles droits en ſon centre par l'axe du Monde.

Fig. 7. Pour le conſtruire tirez à angles droits deux lignes droites AH, ED, dont la premiere ſera la ligne de 12 h. & l'autre celle de 6 h. du point d'interſection A, décrivez une circonference de cercle, dont chaque quart ſera diviſé en 6 parties égales pour avoir 6 h de ſuite, comme depuis 6 juſqu'à 12, qui ſerviront à tirer du centre toutes le lignes horaires, puiſqu'elles ſont toutes des angles égaux de 15 d. chacun avec la Méridiene: chaque eſpace diviſé en 2 donne les demi-heures, & les arcs de demi-heures ſubdiviſez en deux donnent les quarts.

La conſtruction de l'Equinoxial ſupérieur & de l'inferieur eſt la même. Dans les Païs où la Sphere eſt parallele, c'eſt-à-dire, qui ont le Pole au Zénith, il n'en faut qu'un qui ſert d'horiſontal. Dans les Païs où la Sphere eſt droite, c'eſt-à-dire, où les deux Poles ſont ſur l'horiſon, ces Cadrans ſont verticaux ſans décliner, & ſe placent contre les murailles, l'un tourné vers le Pole arctique, & l'autre vers l'antarctique. Chacun eſt éclairé ſix mois de l'année Mais dans la Sphere oblique, comme celle que nous habitons, ces Cadrans ſont inclinez à l'horiſon, & font un angle égal à celui du complément de latitude, c'eſt-à-dire, à Paris de 41 deg.

L'axe du Cadran équinoxial eſt une verge qui paſſant par le centre eſt perpendiculaire au Plan du Cadran, & parallele à l'axe du Monde, on le fait grand à volonté lorſqu'il ne ſert qu'à marquer les heures, mais on lui donne une longueur déterminée lorſque l'on veut lui faire marquer les Signes du Zodiaque ou la longueur des jours, dont nous parlerons ci-après.

Conſtruction des Cadrans Orientaux & Occidentaux.

XXIII. Planche. Fig. 1. CEs ſortes de Cadrans ſont paralleles au plan du Méridien; l'un eſt tourné directement à l'Orient, & l'autre à l'Occident.

Cet-

Fig. 1.

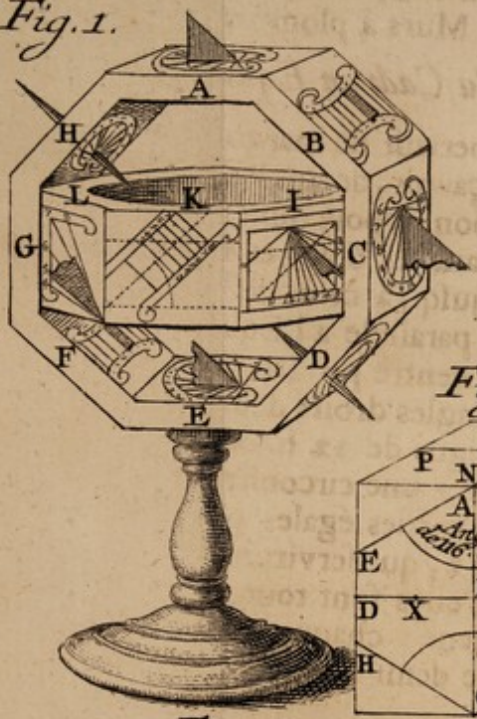


Fig. 2.

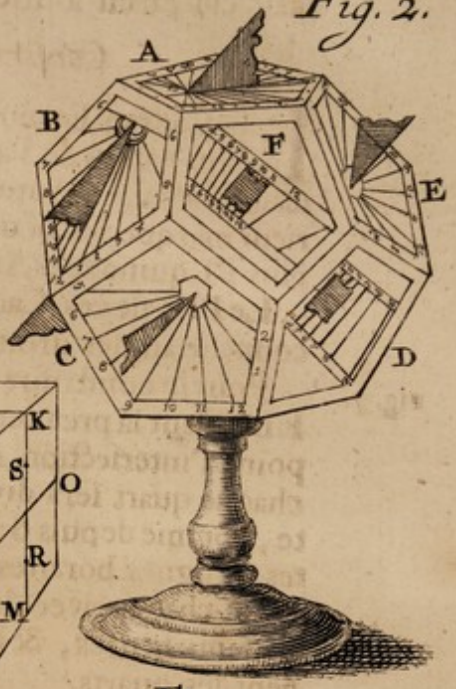


Fig. 3.

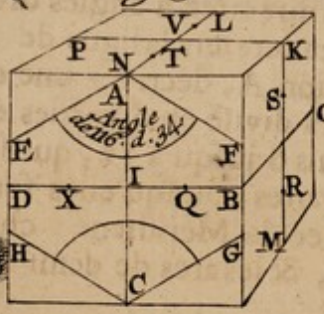


Fig. 4.

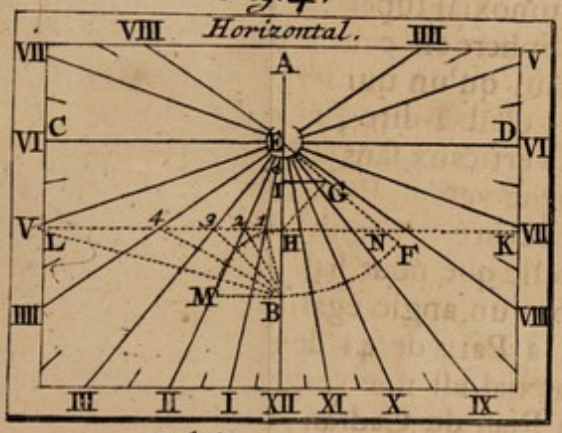
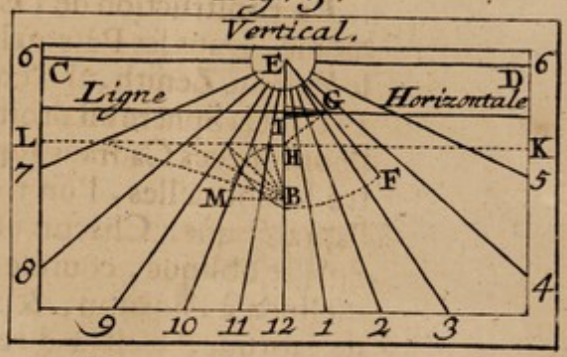


Fig. 5.



Polaire Superieur.

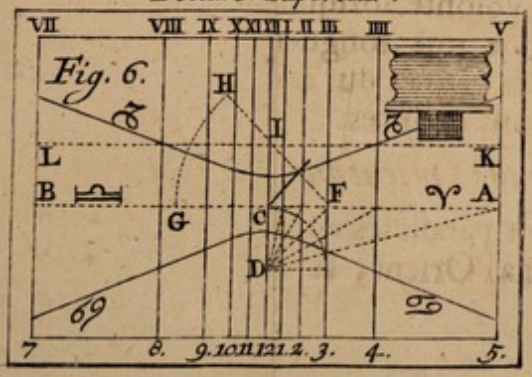
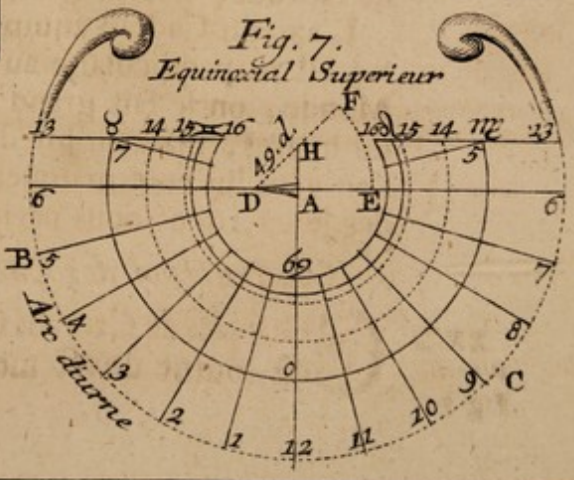


Fig. 7.

Equinoctial Superieur



Cette figure repreſente un Cadran Méridional Occidetal. Les lignes horaires ſont paralleles entr'elles & à l'axe du Monde, comme au Cadran Polaire, & leur conſtruction eſt à peu près la même.

Pour tracer ce Cadran tirez premierement la ligne droite AB, repreſentant l'horiſontal; du point A pris à diſcretion dans cette ligne, tracez l'arc BC égal au complément de la latitude, qui eſt l'élevation de l'Equateur ſur l'horiſon, c'eſt-à-dire, à Paris de 41 deg. du point C où ſe termine cet arc, tirez la ligne CD prolongée autant qu'il eſt beſoin, laquelle repreſente la commune ſection de l'équinoxiale avec le Plan du Cadran; du point D tirez ED perpendiculaire à l'équinoxiale, cette ligne ED ſera la ſouſtylaire, c'eſt-à-dire, la place du Style & en même tems la ligne de 6 h. Pour avoir les autres heures prenez ſur la ſouſtylaire un point E à volonté, du quel comme centre vous décrirez un arc de 60 d. que vous diviſerez en 4 arcs égaux de 15 d. chacun, à commencer de la ſouſtylaire. Portez enſuite ſur cette circonference prolongée de part & d'autre autant d'arcs de 15 d. qu'il convient, pour diviſer en heures la ligne équinoxiale, par des lignes ponctuées qui partent toutes du point E. Enfin par les diviſions de cette ligne tirez les lignes horaires convenables, paralleles à la ligne de 6 h. & perpendiculaires à l'équinoxiale. Ce Cadran marque les heures d'après midi juſqu'au coucher du Soleil; & comme à Paris il ſe couche à 8 h. en Eté, on les marque depuis 1 juſqu'à 8, comme on les voit en la fig. 1 planche 23.

La conſtruction de l'Oriental eſt la même, & on y marque les heures du matin depuis le lever du Soleil en Eté; c'eſt-à-dire, depuis 4 h. du matin juſqu'à 11. Midi ne ſe peut point marquer ſur le Plan de ces Cadrans, parce que le Soleil étant dans le Méridien, ſes raïons ſont paralleles au Plan de ces Cadrans.

Après avoir tracé un Cadran Occidental ſur un papier, ſi on le rend tranſparent avec un peu d'huile, on verra de l'autre côté le Cadran Oriental tout tracé; il n'y aura que les heures à changer, en mettant 11 heures à la place d'une heure; 10 heures à la place de 2, & ainſi des autres.

Le Style de ces Cadrans eſt une verge de fer ou de cuivre, égale à FD, qui eſt auſſi la diſtance depuis 6 h. juſqu'à 3. Elle ſe place perpendiculairement au point D, & marque les heures par un point d'ombre. On peut auſſi, ſi l'on veut, mettre un Style dont la figure ſoit un parallelograme, comme nous avons dit & repreſenté en parlant du Cadran Polaire.

Ces Cadrans ſe placent ſur des murs à plomb, ou ſur des Plans

perpendiculaires à l'horiſon, paralleles au Méridien, & tournez directement l'un à l'Orient, l'autre à l'Occident; de telle ſorte que la ligne horiſontale ſoit parfaitement de niveau.

Conſtruction des Cadrans verticaux déclinans.

ON appelle Cadran vertical celui qui ſe fait ſur un Plan vertical, c'eſt-à-dire, perpendiculaire à l'horiſon, comme un mur bien à plomb.

Entre les 9 Cadrans reguliers dont nous venons de parler, il y en a 4 verticaux qui ne déclinent point, parce qu'ils ſont tournez directement vers l'une des 4 parties cardinales du Monde; l'un au Midi, ſon oppoſé au Septentrion; l'autre à l'Orient, & ſon oppoſé à l'Occident.

Il nous reſte à parler ici des Cadrans irreguliers, dont les uns ſont verticaux déclinans, les autres inclinez ſans déclinaiſon, & les autres enfin déclinans & inclinez.

Les verticaux déclinans ſont de 4 ſortes, car les uns déclinent du Midi vers l'Orient; leurs oppoſez déclinent du Septentrion vers l'Occident; les autres déclinent du Midi vers l'Occident, & leurs oppoſez du Septention vers l'Orient.

Entre les Cadrans irreguliers, les verticaux déclinans ſont les plus en uſage, parce qu'ils ſe font ſur des murs, qui pour l'ordinaire ſont bâtis à plomb ou ſur des corps dont les Plans ſont perpendiculaires; mais avant que d'entreprendre à faire ces ſortes de Cadrans, il faut commencer par connoître exactement la déclinaiſon du mur ou des Plans, & de quel côté, ce que l'on pourra faire par quelques-unes des méthodes que nous dirons ci-après.

Suppoſé que l'on connoiſſe qu'un Plan, tel que celui marqué I, de la figure 1. de la planche 22, ou un mur vertical décline du Midi à l'Occident de 45 d. à Paris ou aux environs, où le Pole eſt élevé de 49 deg. ſur l'horiſon. Il s'agit de faire le modele d'un Cadran pour appliquer contre ce Plan ou contre ce mur.

Tirez premierement les lignes AB, CD ſe coupantes à angles droits au point E; la premiere ſera la ligne de 12 h. & la ſeconde ſera l'horiſontale. Du point E, comme centre tracez l'arc FN de 45 deg. à cauſe de pareille déclinaiſon que nous avons ſuppoſée, & comme elle eſt du Midi à l'Occident, il faut que cet arc ſoit tracé du côté droit de la ligne du Midi, car il faudroit le faire à gauche ſi la déclinaiſon étoit du côté d'Orient. Du point F élevez la perpendiculaire FH, juſqu'au rencontre de l'horiſontale, pour y avoir un point de

XXIII. Planche. Fig. 2.

la

la ſouſtylaire; c'eſt-à-dire, le pied du Style. Prenez avec un Compas la diſtance EF, & la portez ſur l'horiſontale de E en O. Du point O, comme centre, tracez l'arc EG égal à la hauteur du Pole, comme ici de 49 d. & tirez la ligne ponctuée O A juſqu'au rencontre de la ligne de 12 h. pour y avoir le centre du Cadran A, par lequel vous tirerez la ſouſtylaire AH, longue à diſcretion, laquelle eſt une des principales lignes ſervant à la conſtruction de ces Cadrans & d'où dépend preſque toute leur juſteſſe.

Du point H élevez perpendiculairement ſur la ſouſtylaire, la droite HI, pour ſtyle, égale à HF; enſuite vous formerez le ſtyle triangulaire AHI, en tirant la ligne AI, qui eſt l'axe du Cadran. Du point I, tirez IK perpendiculaire à l'axe juſqu'à la rencontre de la ſouſtylaire, ſur laquelle vous marquerez KL égale à KI. Du point K tirez la ligne équinoxiale MN, coupant la ſouſtylaire à angles droits, & l'horiſontale au point de 6 h. Ainſi ayant déja 12 h. & 6 h. tirez les deux lignez ponctuées NL, L 6, leſquelles feront un angle droit au point L, ſi les operations antérieures ont été faites exactement. Dudit point L, comme centre, décrivez un quart de cercle entre leſdites lignes ponctuées; diviſez ſa circonference en 6 arcs égaux de 15 d. chacun, & tirez autant de lignes occultes juſqu'au rencontre de l'équinoxiale; pour avoir les heures de devant midi & celles d'après 6 h. prolongez la circonference du quart de cercle de côté & d'autre, & y tranſportez autant d'arcs de 15 d. qu'il en faut pour tirer des lignes occultes du point L juſqu'au rencontre de ladite équinoxiale; enfin par ces points de rencontre, tirez du centre A les lignes horaires, comme on les voit en la fig. 2. On ne doit tout au plus marquer que 12 h. ſur ces ſortes de Cadrans, car tout Plan vertical ne peut pas être éclairé du Soleil plus long-tems.

On peut encore avoir les points des lignes horaires ſur l'horiſontale DC, en appliquant au point F le centre d'un Cadran horiſontal, de telle ſorte que ſa ligne Méridiene convienne avec la ligne FE, & ſa ligne de 6 h. avec la ligne F 6. Les points des autres heures ſe marqueront par leur rencontre ſur ladite ligne CD.

Six intervales d'heures de ſuite étant donnez ſur la ſurface d'un Cadran, tel qu'il ſoit, on peut trouver les autres heures par la méthode ſuivante.

Je ſuppoſe en cet exemple les heures tracées depuis 6 juſqu'à 12. Si vous voulez avoir 9, 10 & 11 h. du matin, que l'on peut marquer ſur ce Cadran, du point V pris à diſcretion ſur la ligne de 12 h. tracez une parallele à la ligne de 6 h. comme VS, qui coupera les lignes

1, 2 & 3 h. après midi. L'intervale depuis V juſqu'à une heure, pris ſur cette parallele, & porté de l'autre côté donnera ſur ladite parallele un point de 11 h. de même l'intervale V 2 y donnera un point de 10 h. & l'intervale V 3 donnera un point de 9 h. Du centre du Cadran A vous tirerez les lignes horaires paſſantes par les points marquez ſur ladite parallele.

On peut de la même façon avoir des points de 7 & 8 h. du ſoir, en tirant une parallele à la ligne de 12 h. qui coupe en un point celle de 6, & qui rencontre celles de 4 & de 5 prolongées : car l'intervale de 6 à 5 ſur cette parallele, porté de l'autre côté, y donnera un point de 7 h. & l'intervale de 6 a 4 y donnera un point de 8 h. par leſquels points & par le centre A, on tirera ces lignes horaires, & le Cadran ſera achevé. Cette maniere de trouver les heures un peu éloignées de la ſouſtylaire eſt fort commode, en ce qu'elle évite les grandes ſections qu'il faut faire ſur la ligne équinoxiale.

La conſtruction du Cadran vertical, déclinant du Midi à l'Orient, eſt ſemblable à celle que nous venons de décrire, excepté que ce qui a été fait à droite ſe doit faire à gauche, & que les heures du matin ſe placent au lieu de celles d'après midi, qui ſont leur complément à 12. Tellement que ſi on avoit tracé un déclinant vers Occident ſur un papier tranſparent, on verroit de l'autre côté un déclinant vers Orient tout tracé, il n'y auroit qu'à mettre ſur le revers du papier 3 h. après midi à la place de 9 du matin 2 h. à la place de 10; une h. à la place de 11, & ainſi de ſuite; par ce moyen la ſouſtylaire qui ſe trouve dans la fig. 2, entre 3 & 4 h. après midi, ſeroit dans l'autre entre 8 & 9 h. du matin. Si la déclinaiſon étoit moindre que de 45 d. la ſouſtylaire ſeroit plus proche de midi; ſi au contraire la déclinaiſon étoit plus grande, la ſouſtylaire en ſeroit plus éloignée, & s'approcheroit de la ligne de 6 h. Mais quand cela arrive, les heures ſont ſi ſerrées aux environs de la ſouſtylaire, qu'on eſt obligé de faire le Modele du Cadran ſur un plan bien grand, afin d'allonger beaucoup les lignes horaires & de retrancher la partie du Cadran qui eſt vers le centre.

Les déclinans du Septentrion à l'Orient ou à l'Occident, ſe décrivent de la même façon; mais ils ont le centre en bas au-deſſous de la ligne horiſontale, & ne ſont proprement que les mêmes Cadrans renverſez, comme on voit en la figure 3^me^ qui repreſente un déclinant du Septentrion à l'Occident de 45 d. comme pour le Plan marqué L, fig. 1. de la planche 22. Sa ſouſtylaire doit être entre 8 & 9 h. du ſoir, de ſorte qu'un ſeul déclinant peut ſervir pour en tracer

tracer quatre, s'ils ont la déclinaiſon égale, quoique de differens côtez, deux auront le centre en haut & deux l'auront en bas.

Par deux points d'ombre obſervez ſur un Plan y tracer la ſouſtyl.

SErvez-vous de la figure 2, où ſuppoſant avoir placé obliquement une verge de fer pointuë par un bout afin que l'on puiſſe avoir ſon pied H ſur le Plan, c'eſt-à-dire, un point qui réponde perpendiculairement à l'extremité du Style I qui eſt en l'air, qui ſe nomme point d'incidence, & qui ſe prend par le moyen d'une Equerre.

Comme cette figure repreſente un vertical déclinant du Midi à l'Occident, c'eſt pourquoi ſa ſouſtylaire ſe doit trouver entre les heures d'après midi, à gauche de la Méridiene. Suppoſé que le premier point d'ombre obſervé ſoit P, du pied du Style H, comme centre, & pour raïon la diſtance HP, décrivez un arc de cercle PR. Quelques heures après du même jour, lorſque l'ombre de l'extremité du ſtyle rencontrera une ſeconde fois ledit arc, marquez-y le ſecond point Q. Diviſez en deux également l'arc P Q au point R, & tirez par le pied du ſtyle la droite RH, qui ſera la ſouſtylaire; laquelle étant tracée exactement, & connoiſſant d'ailleurs la hauteur du Pole ſur l'horiſon du Pais où l'on veut faire ce Cadran, il ſera facile de l'achever; car premierement la Méridiene ou ligne de 12 h. eſt toûjours perpendiculaire à l'horiſon, aux Plans verticaux, & le point de rencontre de cette Méridiene & de la Souſtylaire prolongée eſt le centre du Cadran, comme le point A. La ligne horiſontale eſt une ligne de niveau, paſſant par le pied du Style comme DHC. Enſuite pour avoir la ligne équinoxiale, formez ſur la ſouſtylaire le Style triangulaire AHI, dont l'hypotenuſe AI eſt l'axe, & HI le Style droit. Du point I tirez IK, perpendiculaire à l'axe, rencontrant la ſouſtylaire au point K, par lequel vous tirerez à angles droits ſur ladite ſouſtylaire la droite MKN, qui ſera l'équinoxiale, & le point où elle coupe l'horiſontale ſera toûjours le point de 6 h. la diſtance KI portée ſur la ſouſtylaire, donnera le point L, qui ſera le centre diviſeur de l'équinoxiale; le reſte du Cadran s'achevera comme nous avons expliqué ci-devant; & même le modele s'en pourra faire dans le cabinet, après avoir tranſporté ſur un papier la poſition & la rencontre des principales lignes, & bien exactement l'angle que fait la ſouſtylaire avec l'horiſontale, ou avec la Méridiene, car l'un eſt le complément de l'autre. Fig. 2.

Pour verifier la poſition de la ligne équinoxiale, faites au centre

du Cadran, ſur la Méridiene AB l'angle BAO égal au complément de l'élevation du Pole; c'eſt-à-dire, à Paris de 41 d. tirez la ligne A O juſqu'au rencontre de l'horiſontale; faites l'angle droit AON, afin d'avoir ſur la Méridiene ou ligne de 12 h. le point N par lequel doit paſſer la ligne équinoxiale; ayant ainſi pluſieurs méthodes pour trouver les principaux points, l'une ſervira à verifier l'autre. Lorſque le Plan décline du Midi à l'Orient, on trouvera par le moyen des points d'ombre & du pied du ſtyle que la ſouſtylaire eſt à droite de la Méridiene. Il eſt bon de marquer le premier de ces points d'ombre le matin auſſi-tôt que le Plan commence d'être éclairé du Soleil, & prendre garde quand l'ombre de l'extremité du ſtyle rencontrera un 2e fois l'arc tracé par le 1r point d'ombre.

On peut recommencer quelques jours de ſuite les mêmes operations, afin de voir ſi la poſition de la ſouſtylaire ſe trouvera toûjours la même, ce qui arrivera ſi l'on opere exactement.

Lorſque le Plan décline du Septentrion à l'Orient ou à l'Occident, les points d'ombre ſont plus hauts que le pied du Style, ce qui fait connoître que le centre doit être en bas.

Le tems le plus propre pour marquer ces points d'ombre eſt aux environs des Solſtices, c'eſt-à-dire, 15 jours devant ou après, car lorſque le Soleil approche des Equinoxes, ſa déclinaiſon eſt trop ſenſible, & l'operation moins exacte.

On pourroit cependant avoir la poſition de la ligne équinoxiale lorſque le Soleil eſt dans les points équinoxiaux, & conſtruire un Cadran vertical déclinant par la méthode ſuivante.

Par quelques points d'ombre obſervez ſur un Plan vertical y tracer l'Equinoxial.

LA plus ſimple & la plus facile méthode de tracer ſur un mur la ligne équinoxiale eſt au tems des équinoxes, (quoiqu'on la puiſſe avoir en tout tems, mais par des méthodes plus compoſées.) Car lorque le Soleil par ſon mouvement journalier décrit l'Equateur, tous les points d'ombre de l'extremité d'un ſtyle ſe trouvent dans une même ligne droite, qui eſt la commune ſection de l'Equateur, du Ciel & du Plan.

Ayant donc marqué ce jour-là pluſieurs points d'ombre ſur le mur, aſſez éloignez l'un de l'autre, tirez par tous ces points une ligne droite qui ſera l'équinoxiale, comme dans ladite fig. 2, la ligne M N: tirez ſur cette ligne une perpendiculaire paſſant par le pied du ſtyle, ce ſera la ſouſtylaire A H L; tirez encore par le pied du ſtyle H,

H, une ligne de niveau qui ſera l'horiſontale, comme DHC; tirez HI égale à la hauteur du ſtyle droit & parallele à l'équinoxiale, & après avoir marqué la ligne ponctuée IK, tirez à l'Equerre l'axe IA le point A ſera le centre du Cadran, & la ligne à plomb AB ſera la Méridiene ou ligne de 12 h. vous avez auſſi un point de 6 h. par l'interſection de l'équinoxiale & de l'horiſontale, & par conſequent de quoi achever le Cadran; l'angle HFE ſera la déclinaiſon du Plan. Fig. 2.

Par un point d'ombre obſervé à Midi ſur un Plan vertical y faire un Cadran.

UN ſtyle étant planté dans un mur, comme HI, même figure, dont H ſoit le pied & I la pointe; ſi vous connoiſſez par quelque moyen ſur qu'il eſt midi en quelque tems de l'année que ce ſoit, ce qu'on pourra connoître par une ligne Méridiene tracée ſur un Plan horiſontal, comme nous dirons ci-après; marquez-y un point d'ombre, comme ſeroit, par exemple, le point N; par ce point tirez la perpendiculaire ANB, qui par conſequent ſera la Méridiene du lieu ou ligne de 12 h. tirez par le pied du ſtyle une ligne de niveau qui ſera l'horiſontale, comme CHD, coupant à angles droits la Méridiene au point E; faites HF égale au ſtyle droit HI, & parallele à la Méridiene; prenez avec un Compas l'hypotenuſe EF & la portez ſur l'horiſontale de E en O pour y faire l'angle EOA, égal à l'élevation du Pole, comme ici, par exemple, de 49 deg. qui vous donnera ſur la Méridiene le point A, centre du Cadran.

Tirez auſſi ſous l'horiſontale l'angle EON égal au complément de ladite élevation de Pole, comme ici de 41 d. le point N ſur la Méridiene ſera un point de la ligne équinoxiale. Par le centre du Cadran A, & par le ſtyle H tirez la droite AHR, ce ſera la ſouſtylaire, & faiſant paſſer par le point N une perpendiculaire à cette ligne, vous aurez l'équinoxiale. Ayant ainſi les principales lignes du Cadran, il ſera facile de l'achever par les méthodes expliquées ci-devant.

Cette méthode pour tracer en tous les tems de l'année un Cadran par un ſeul point d'ombre obſervé à midi, peut ſervir lorſqu'il n'eſt pas poſſible d'avoir la ſouſtylaire par deux points d'ombre, ce qui arrive ſur les plans qui déclinent conſiderablement vers l'Orient ou vers l'Occident.

Il y a pluſieurs autres moyens de conſtruire les Cadrans verticaux ſur des murs bien à plomb, qu'il ſeroit trop long de rapporter en ce petit Traité, dans lequel nous n'avons prétendu donner que les methodes les plus ſimples & les plus faciles à pratiquer. Et pour une

plus grande juſteſſe dans leur conſtruction, nous donnerons ci-après des regles pour trouver la valeur des angles que font toutes les lignes horaires au centre des Cadrans, ce qui ſervira à verifier les autres méthodes.

Conſtruction des Cadrans inclinez ſans déclinaiſon.

Fig. 4. & 5. L'Inclinaiſon de ces Cadrans eſt l'angle que font leurs Plans avec l'horiſon; les uns ſont tournez vers le Ciel & les autres vers la Terre. Il y en a de 2 façons, eu égard au Pole, & de 2 autres façons eu égard à l'Equateur; chacun a ſon ſupérieur & ſon inférieur.

Si le Plan regarde le Midi & a l'inclinaiſon vers le Nord, elle peut être plus petite ou plus grande que l'élevation du Pole, car ſi l'inclinaiſon étoit égale, ce ſeroit un polaire ſuperieur ou inferieur dont nous avons ci-devant donné la conſtruction.

Si l'inclinaiſon eſt moindre que l'élevation du Pole, comme à Paris où cette élevation eſt à peu près de 49 d. ſi vous voulez faire un Cadran ſur un Plan qui regarde le Midi, & dont l'inclinaiſon ſoit vers le Nord de 30 d. ôtez 30 de 49, reſte 19 d. qui ſera la hauteur de l'axe ſur ce Plan, & faites-y un Cadran horiſontal regulier pour 19 d. d'élevation de Pole par la methode que nous avons donnée en la figure 4^me de la planche 22; parce que ce Plan ainſi incliné eſt parallele à l'horiſon de ceux qui ont le Pole élevé de pareille hauteur, qui par conſequent ſont leurs Cadrans horiſontaux. Le centre de cette ſorte de Cadrans eſt en bas au-deſſous de l'équinoxiale, les heures du matin ſont à main gauche, & celles du ſoir à droite de ceux qui regardent ce Cadran.

Son oppoſé inferieur vers le Nord ne differe point du ſuperieur vers le Sud, ſinon que le centre eſt au-deſſns de la ligne équinoxiale, & que les heures du matin ſont a droite, & celles du ſoir à gauche.

Si l'inclinaiſon eſt plus grande que l'élevation du Pole, comme à Paris, ſi elle eſt de 63 d. ôtez-en la hauteur du Pole 49, reſtera 14 d. & faites un horiſontal pour cette élevation. Le centre du ſuperieur vers le Sud eſt en haut au-deſſus de l'équinoxiale, les heures du matin ſont à gauche, & celles du ſoir à droite. Son oppoſé inf. vers le Nord a le centre en bas, les heures du matin à droite & celles du ſoir à gauche, comme on voit par les figure 4 & 5 de la 23^me planche.

Si le Plan regarde le Septentrion & a ſon inclinaiſon vers le Sud, elle peut être plus petite ou plus grande que celle de l'Equateur; car ſi elle étoit égale, on y feroit un Cadran équinoxial ſuperieur ou inferieur, qui eſt un cercle diviſé en 24 part. égales, comme nous avons dit ce-devant en parlant des Cadrans reguliers.

Si

Si l'inclinaiſon eſt moindre que l'élevation de l'Equateur, comme ſi à Paris le Plan étoit incliné de 30 d. vers le Midi, ajoûtez les 30 d. d'inclinaiſon à la hauteur du Pole 49, & faites un horiſontal pour 79 d. d'élevation ; le centre du ſuperieur vers le Septentrion ſera en haut, les heures du matin à droite, & celles du ſoir à gauche ; ſon oppoſé inferieur vers le Midi, a le centre en bas ; les heures du matin à gauche & celles du ſoir à droite.

Enfin ſi l'inclinaiſon eſt plus grande que l'élevation de l'Equateur, comme ſeroit à Paris de 60 d. ajoûtez le complément de l'inclinaiſon qui eſt 30, à l'élevation de l'Equateur qui eſt 41, la ſomme eſt 71 d. & faites un horiſontal pour cette élevation de Pole. Le ſuperieur vers le Septentrion a le centre en bas, les heures du matin à droite ; ſon oppoſé qui eſt inferieur vers le midi a le centre en haut, & les heures du matin à gauche.

La Méridiene ou ligne de 12 h. eſt la ſouſtylaire de tous les Cadrans inclinez ſans déclinaiſon ; elle paſſe par leur centre & fait angles droits avec la ligne de 6 h. On peut la tracer ſur les Plans inclinez par le moyen d'un fil ſuſpendu avec ſon plomb, à l'aide de la lumiere ou du raïon viſuel ; car l'ombre ou le raïon paſſant par le centre, marquera ſa trace tout le long du Plan.

Pour repreſenter toutes ces differentes ſortes de Cadrans, il auroit fallu 8 figures ; 4 pour les ſuperieurs, & 4 pour les inferieurs ; mais comme ils ne ſont pas difficiles à concevoir & à tracer, nous n'en avons marqué que deux, par rapport au Dodecaëdre ſur lequel on les place.

Conſtruction des Cadrans déclinans & inclinez.

LA déclinaiſon d'un Cadran eſt l'angle que fait ſon Plan avec le premier vertical, & l'inclinaiſon eſt l'angle qu'il fait avec l'horiſon. Nous enſeignerons ci-après la maniere de trouver l'une & l'autre.

Je ſuppoſe ici, pour exemple, qu'on veüille faire un Cadran déclinant de 36 d. du Midi à l'Orient, incliné vers la Terre de 63 d. 26 min. comme eſt celui marqué C dans la figure 2^me^ qui repreſente un Dodecaëdre en la planche 22^me^.

Avant toutes choſes, il faut remarquer que la ligne horiſontale qui paſſe par le pied du ſtyle des Cadrans verticaux n'y paſſe point aux inclinez, mais qu'elle eſt au-deſſus du pied du ſtyle aux inclinez ſuperieurs qui regardent le Ciel, & au-deſſous, aux inferieurs qui regardent la Terre, comme eſt celui que nous avons deſſein de conſ-

truire; ſecondement, que la Méridiene ou ligne de 12. h. aux inclinez ne coupe point à angles droits l'horiſontale comme elle fait aux verticaux; ce qui fait que pour la tracer il faut deux points, dont l'un ſe trouve ſur la ligne horiſontale par le moyen de l'angle de déclinaiſon, & l'autre ſe trouve par l'angle d'inclinaiſon ſur une ligne verticale qui coupe l'horiſontale à angles droits.

Ce point de la verticale ſe nomme Zénith aux ſuperieurs, parce que ſi le Soleil étoit au Zénith du lieu, l'ombre de l'extremité du ſtyle parviendroit à ce point, lequel par conſequent ſeroit au-deſſous du ſtyle de ces Cadrans. On le nomme Nadir aux inferieurs, parce que ſi le Soleil étoit au Nadir, & que la Terre fût tranſparente, l'ombre de l'extremité du ſtyle toucheroit ce point, lequel par conſequent doit être au-deſſus du ſtyle, comme il eſt au Cadran propoſé.

En 3^me^ lieu, il faut remarquer que le centre de ce Cadran inferieur qui décline du Midi à l'Orient, doit être en haut, & ſa ſouſtylaire à gauche de la verticale, & de la Méridiene, entre les heures du matin, & partant la Méridiene à droite de la verticale.

Le centre du Cadran inferieur qui décline du Midi à l'Occident doit auſſi être en haut, mais la ſouſtylaire eſt à droite de la verticale, & de la Méridiene entre les heures d'après midi. Les ſuperieurs oppoſez ont le centre en bas, & ne ſont que les mêmes Cadrans renverſez. C'eſt pourquoi il ſuffit d'en tracer un des quatre.

XXIII. Planche. Fig. 6. Pour tracer le modele du Cadran propoſé, tirez premierement les deux lignes AB, CD ſe coupant à angles droits au point E. CD eſt parallele à l'horiſontale, ſur laquelle ayant marqué à diſcretion EF pour la longueur du ſtyle droit, dont E ſera le pied & F l'extremité, du point F, comme centre, décrivez l'angle d'inclinaiſon GFH de 63 d. 26 m. au-deſſus de la ligne CD, & au-deſſous, l'arc de complément GI de 26 de. 34 m. Tirez enſuite la droite FHA juſqu'au rencontre de la ligne AB au point A qui ſera le Nadir & un point de la Méridiene. Tirez auſſi la ligne FI, coupant la ligne AB au point L, par lequel vous ferez l'horiſontale MLN parallele à CD; prenez avec un Compas la diſtance LF, & la portez de L en O, qui ſera le centre diviſeur de l'horiſontale. Du point O, comme centre, faites à droite de la ligne AB l'arc L P de 36 d. qui eſt la déclinaiſon du Plan, pour avoir ſur l'horiſontale un ſecond point de 12 h. par lequel & par le Nadir A vous tirerez la Méridiene A 12. Faites à gauche de la ligne AB un angle du complément de la déclinaiſon, lequel eſt ici de 54 d. & vous donnera ſur l'horiſontale le point de 6 h. & un point de la ligne équinoxiale. Pour achever ce Cadran,

il

il ne faut plus qu'un point de la ſouſtylaire en ayant déja un qui eſt le pied du ſtyle E.

Pour cet effet il n'y a qu'à chercher le centre du Cadran en la maniere qui ſuit. Du point de 6 h. M, tirez la ligne MR, coupant à angles droits la Méridiene. Portez la diſtance O 12, de 12 en R, ou bien la diſtance AF de A en R. Tirez la ligne occulte 12 R, ſur laquelle du point R, comme centre, décrivez l'arc NK de 49 deg. pour pareille élevation de Pole, tirez la ligne RK qui coupera la Méridiene au point K qui ſera le centre du Cadran. Tirez la ſouſtylaire KE, & du point M une perpendiculaire ſur ladite ligne pour avoir l'équinoxiale MQ. On peut encore avoir ſur la Méridiene un point de l'équinoxiale, en faiſant l'angle NRQ de 41 deg. c'eſt-à-dire, du complement de l'élevation du Pole.

Ayant trouvé la poſition des principales lignes, il ſera facile d'y marquer les diviſions des heures en deux manieres; ſçavoir, ſur la ligne horiſontale, & ſur l'équinoxiale. Pour les marquer ſur l'horiſontale, appliquez au point O le centre d'un Cadran horiſontal, en ſorte que la ligne de midi convienne avec la ligne O 12, & celle de 6 h. avec la ligne O 6, & marquez les points des autres heures ſur la ligne horiſontale MN.

Pour marquer les mêmes heures ſur la ligne équinoxile il faut former le ſtyle triangulaire, en élevant ſur la ſouſtylaire la perpendiculaire ES égale à EF, & tirant l'axe SK. Prenez enſuite la diſtance TS & la portez ſur la ſouſtylaire de T en V, qui ſera le centre diviſeur de la ligne équinoxiale, laquelle étant diviſée de la même maniere que nous avons dit en parlant des déclinans, vous tirerez les lignes horaires du centre K, & le Cadran ſera achevé.

On pourra enſuite le mettre au net en n'y mettant que les principales lignes & celles des heures avec le ſtyle, comme on voit en la figure 7 Pentagonale.

Par le moyen de ce Cadran on peut faire les trois autres qui ont même déclinaiſon; & inclinaiſon; les deux inferieurs qui déclinent du Midi à l'Orient & à l'Occident, ont le centre en haut; les deux ſuperieurs qui déclinent du Septentrion à l'Orient & à l'Occident ont le centre en bas, & ne ſont que les mêmes Cadrans renverſez, comme nous avons déja dit.

Le Cadran de la figure 8 repreſente celui marqué F de la figure 2 planche 22. C'eſt un ſuperieur incliné vers le Ciel de 63 d. 26 m. déclinant du Midi à l'Orient de 72 d. On pourra le tracer ſuivant la méthode que nous venons d'expliquer; ſon centre ſe trouve en bas, Fig. 8.

bas, mais parce que ſa déclinaiſon eſt grande, ſes heures ſont fort ſerrées aux environs de la ſouſtylaire; c'eſt pourquoi on le doit tracer ſur un grand Plan, afin d'en retrancher la partie qui eſt vers le centre, & terminer ſon ſtile & ſes lignes horaires par deux paralleles.

Il y a un autre moyen de tracer méchaniquement ſur un Polyedre ou Corps à pluſieurs faces toutes ſortes de Cadrans reguliers ou irreguliers, déclinans & inclinez, même ſans connoître leur déclinaiſon ni inclinaiſon, par lequel on réuſſit auſſi-bien que par toutes les differentes méthodes que fournit la Gnomonique. Pour cet effet, commencez par tracer exactement ſur une des faces qui eſt parallele à l'horiſon, un Cadran horiſontal avec ſon ſtyle élevé perpendiculairement ſur la ligne de 12 h. conformément à l'élevation du Pole du lieu. Il faut enſuite connoître le lieu & la ſituation des ſouſtylaires ſur chacune des faces qui peut être éclairée du Soleil, pour y placer fixement & perpendiculairement un ſtyle ou axe de cuivre ou de quelque autre matiere ſolide, proportionné à la grandeur deſdites faces; en ſorte que les axes de tous ces ſtyles ſoient bien paralleles à celui de l'horiſontal, vous ſervant pour cet effet d'une lime pour ôter ce qui excedera; ce que vous connoîtrez en les bornaïant tous l'un après l'autre avec l'axe d'un grand ſtyle ſemblable à celui de l'horiſontal placé de niveau, ou bien le tenant à la main de maniere que ſa baſe ſoit parallele à l'horiſon; ce que l'on pourra faire par le moyen d'un perpendicule & de ſon plomb attaché au haut dudit ſtyle, & faire en ſorte que tous ces axes tendent au Pole du Monde.

Le tout étant ainſi préparé, expoſez ce Corps aux raîons du Soleil; tournez-le de maniere que l'axe du Cadran horiſontal marque par ſon ombre toutes les heures l'une après l'autre; & à meſure qu'il marquera chaque heure, tracez ſur les faces la même ligne d'heure ſuivant l'ombre de leurs axes; continuez ces lignes horaires juſqu'au centre des Cadrans qui en ont un, ſoit en haut, ſoit en bas; & à ceux qui n'ont point de centre, terminez les lignes horaires par deux paralleles, comme on les voit ſur les Cadrans du Dodecaëdre. Marquez-y les heures convenables du ſoir & du matin, ſelon que ces Cadrans ſeront expoſez à l'Orient ou à l'Occident, au Midi ou au Septentrion.

On peut faire la même choſe de nuit à la lumiere d'un flambeau que l'on fera tourner autour du Polyedre.

On place quelquefois dans les Jardins de grands corps de pierre taillez à pluſieurs faces, ſur leſquels on trace autant de Cadrans par la méthode que nous venons d'indiquer. Il

Il y a quelques-uns de ces Cadrans où les vives arrêtes des pierres ſervent d'axes, & doivent être taillées de maniere qu'elles tendent toutes au Pole & ſoient paralleles à l'axe du Monde

Conſtruction des Cadrans par le calcul des Angles.

CEtte méthode eſt d'un grand ſecours pour verifier toutes les operations de la Gnomonique où l'on a beſoin de beaucoup d'exactitude, principalement quand on eſt obligé de faire un petit modele pour tracer un grand Cadran, car une erreur preſque inſenſible dans le modele devient très-conſiderable dans les longues lignes qu'il faut tracer ſur un Plan de grande étenduë.

En la conſtruction des Cadrans reguliers, comme par exemple, de l'horiſontal, fig. 4, planche 22, les diviſions de la ligne équinoxiale LK ſont les tangentes des angles du quart de cercle MH, & les lignes ponctuées en ſont les ſecantes, c'eſt pourquoi on les peut marquer avec une Echelle de parties égales ou un Compas de proportion, en ſuppoſant, par exemple, le raïon HB de cent parties, la diſtance HI, tangente de 15 deg. ſera de 27 des mêmes parties; H 2, tangente de 30 d. ſera de 58; H 3, tangente de 45 d. égale au raïon, ſera de 100. H 4, tangente de 60 d. ſera de 173; & H 5, tangente de 75 d. eſt de 373. Les diviſions de l'autre moitié de cette ligne pour les heures avant midi ſont ſemblables. *XXII. Planche. Fig. 4.*

On peut de même trouver ſur cette ligne les points des demi-heures & des quarts, en prenant les tangentes des arcs convenables, qu'il ſera facile de trouver dans les Tables imprimées; à quoi l'on peut ajoûter quelques abregez tirez de la valeur des ſecantes; comme par exemple, la ligne B 4, ſecante de 60 d. étant double du raïon, ſi vous portez le double de BH, de B en 4, vous aurez le point de 4 h. ſur la ligne Equinoxiale. Cette même ſecante portée de 4 en L, donnera le point de 5; & ſi vous en faites autant de l'autre côté, vous aurez le point d'onze heures.

A l'égard des demi-heures on peut les trouver par le moyen des ſecantes des heures qui ſont en nombre impair; par exemple, la ſecante B 3, portée ſur la ligne Equinoxiale au point 3, donnera d'un côté 4 h. & demie, & de l'autre 10 h. & demie. La ſecante B 6, donne 7 h. & demie & une & demie. B 11, donne 8 & demie & 2 & demie B 1, donne 3 & demie & 9 & demie. B 7, donne 6 & demie & 12 & demie. Enfin B 5, donne 11 & demi & 5 & demie.

La diviſion de cette ligne ſert à faire exactement les Cadrans horiſontaux, verticaux, & principalement les Cadrans reguliers ſans

centre, comme ſont les Polaires, les Orientaux & Occidentaux; car pour les Equinoxiaux on ne peut rien ajoûter à la facilité de les conſtruire, puiſque ſes angles horaires ſont tous égaux à leur centre.

A l'égard des horiſontaux on peut trouver par le calcul de la Trigonométrie les angles que font au centre du Cadran les lignes horaires avec la Méridienne par cette Analogie. Comme le Sinus total eſt au Sinus de l'élevation du Pole, ainſi la tangente de la diſtance horaire eſt à la tangente de l'arc horaire.

Par le mot de diſtance horaire on doit entendre l'angle de la même heure avec la Méridiene au centre d'un Cadran Equinoxial, tels que ſont 15 d. pour une & 11 h. 30 d. pour 2 & 10, & ainſi des autres, augmentant 15 d. pour chaque heure, & 7 d. 30 m. pour chaque demie.

Si donc on propoſe de trouver l'arc horaire d'une heure au centre d'un Cadran horiſontal pour 49 d. de latitude ou élevation de Pole; il faut faire une regle de 3, dont le premier terme ſoit le Sinus total 100000; le ſecond ſoit le Sinus de 49 d. qui eſt 75471, le 3^{me} terme, la tangente de 15 d. qui eſt 26795. La regle étant faite, on trouvera pour 4^{me} terme 20222, lequel étant cherché dans les Tables des Sinus, ſous la colonne des tangentes, répond à 11 d. 26 m. c'eſt pourquoi l'angle propoſé avec la Méridiene eſt de 11 d. 26 m.

On trouvera par ce moyen les angles que font avec la Méridiene toutes les autres heures & demi-heures au centre du Cadran horiſontal, par autant de regles de 3, dont les premiers termes ſeront toûjours les mêmes; ſçavoir, le Sinus total & le Sinus de l'élevation du Pole; c'eſt pourquoi il n'y aura que le 3^{me} terme à chercher dans les Tables, ſçavoir la tangente de la diſtance horaire.

On pourra, ſi l'on veut, prendre leurs logarithmes, afin d'éviter la peine de multiplier & diviſer.

Cette même regle peut ſervir auſſi pour les verticaux en prenant pour ſecond terme le Sinus de complément de l'élevation de Pole, c'eſt-à-dire, le Sinus de 41 d. aux environs de Paris, puiſque tout Cadran vertical peut être conſideré comme un horiſontal pour un Païs où le Pole ſeroit élevé d'autant de degrez ſur l'horiſon.

C'eſt encore la même regle pour les Cadrans inclinez ſans déclinaiſon, en prenant pour ſecond terme de la regle de 3, le Sinus de l'angle que fait l'axe avec la Méridiene au centre du Cadran, comme par exemple, au Cadran marqué B, ſur le Dodecaëdre de la planche 22. Nous avons dit ci-devant qu'étant incliné à l'horiſon de 63 d. 26 min. il en faut ſouſtraire l'élevation du Pole du lieu que nous

avons

avons ſuppoſé de 49 d. & par conſequent il doit être fait comme un horiſontal pour un Païs où le Pole ſeroit élevé de 14 deg. 26 m. Si donc vous voulez calculer ſes angles horaires, prenez pour ſecond terme de la regle de 3, le Sinus de 14 deg. 26 min

Table des Arcs horaires avec la Méridiene, au centre d'un Cadran horiſontal.

Latitude	I & XI heur.	II & X h.	III & IX	IV & VIII	V & VII
41 deg.	9 d. 58 min.	20 45	33 16	48 39	67 47
49	11 26	23 33	37 3	52 35	70 27

A l'égard de la lig. de 6 h. elle fait toûjours angle droit avec la Méridiene au centre des horiſontaux & des verticaux ſans déclinaiſon.

Tracer par le calcul de la Trigonométrie les principales lignes d'un Cadran, vertical déclinant.

CE calcul ſe fait par le moyen des cinq Regles que nous allons expliquer.

PREMIERE PROPOSITION.

Connoiſſant la déclinaiſon du Plan trouver l'angle de la ſouſtylaire avec la Méredienne.

I. REGLE.

Comme le Sinus total eſt au Sinus de la déclinaiſon du Plan, ainſi la tangente du complément de la latitude eſt à la tangente de l'angle de la ſouſtylaire avec la Méridiene au centre des verticaux déclinans.

L'angle de ladite ſouſtylaire avec l'horiſontale au lieu du ſtyle droit eſt le complément de celui qui ſe fait au centre du Cadran qui eſt la rencontre de la Méridiene & de la ſouſtylaire.

L'angle de l'Equinoxiale avec l'horiſontale en la ſection de 6. h. eſt égal à celui de la ſouſtylaire avec la Méridiene. L'angle de l'Equinoxiale avec la Méridiene eſt ſon complément.

II. REGLE.

Pour trouver l'angle de l'Axe avec la ſouſtylaire, que l'on peut auſſi nommer l'élevation particuliere du Pole ſur le Plan du vertical.

Comme le Sinus total eſt au Sinus du complement de la hauteur du Pole ſur l'horiſon, ainſi le Sinus du complément de la déclinaiſon du Plan eſt au Sinus de l'angle requis. L'angle de l'axe avec le ſtyle droit eſt le complément dudit angle.

L'angle du raïon de l'Equateur ou de l'Equinoxiale avec le ſtyle droit, eſt égal à l'angle de l'axe avec la ſouſtylaire. L'angle du raïon équinoxial avec la ſouſtylaire en eſt le complément.

III. REGLE.

Pour trouver l'arc de l'Equateur & les degrez de l'Equinoxiale entre la ſouſtylaire & la Méridiene des verticaux déclinans; ce qui ſe nomme auſſi la difference entre le Méridien du lieu & le Méridien particulier du Plan, car la ſouſtylaire eſt la Méridiene du Plan.

Comme le Sinus total eſt au Sinus de la hauteur du Pole ſur l'horiſon, ainſi la tangente du complément de la déclinaiſon du Plan eſt à la tangente d'un arc, duquel le complement ſera le requis.

IV. REGLE.

Pour trouver l'angle de la ligne de 6 heures avec l'horiſontale, & enſuite avec la Méridiene au centre.

Comme le Sinus total eſt au Sinus de la déclinaiſon du Plan, ainſi la tangente de la hauteur du Pole ſur l'horiſon eſt à la tangente de l'angle que fait la ligne de 6 h. avec l'horiſontale.

Le complement de cet angle eſt celui de la ligne de 6 h. avec la Méridiene au centre des verticaux declinans.

V. REGLE.

Trouver les angles de toutes les heures avec la ſouſtylaire, & enſuite avec la Meridiene au centre des verticaux declinans.

Cette propoſition eſt fondée ſur ce principe de Gnomenique que tout Plan peut être parallele à un horiſon ſur lequel le Pole ſéroit élevé de même façon. Ainſi les Cadrans qui s'y font ſe peuvent faire comme les horiſontaux, de même élevation, pourvû toutefois qu'on y obſerve les diſtances horaires convenables de part & d'autre depuis la ſouſtylaire.

Mais auparavant il faut connoître l'angle de la ſouſtylaire avec la Méridiene par la premiere propoſition, 2°. l'élevation particuliere du Pole ſur le Plan propoſé par la ſeconde; 3°. l'arc de l'Equateur ou les degrez de l'Equinoxiale entre la ſouſtylaire & la Méridiene par la troiſiéme, avec la difference ou les degrez des deux premieres diſtances depuis le ſtyle, dont l'une eſt entre la ſouſtylaire & la Méridiene, & l'autre entre la ſouſtylaire & la ligne de 6 h.

REGLE GENERALE.

Comme le Sinus total eſt au Sinus de l'élevation particuliere du Pole ſur le Plan déclinant, ainſi la tangente de la diſtance horaire, convenable depuis la ſouſtylaire, (ſoit la premiere, ſoit les ſuivantes avec elle,) eſt à la tangente de l'angle de l'heure propoſée avec la ſouſtylaire, au centre des verticaux déclinans.

Si

Si la ſouſtylaire ſe rencontre juſtement ſur une demie heure ou ſur quelque heure complete, les deux premieres diſtances horaires ſeront égales chacune de 7 deg. 30 m. ou de 15 deg. & en ce cas les angles trouvez pour un côté, ſeront les mêmes reſpectivement pour l'autre, comme ſi c'étoit un Cadran regulier, & comme ſi la ſouſtylaire étoit la Méridiene.

Application des Regles precedentes pour un vertical déclinant de 45 degrez du Midi à l'Occident, & 49 degrez de latitude, tel qu'eſt celui de la Figure 2 de la Planche 23.

PAr la premiere Regle on trouvera que l'angle de la ſouſtylaire avec la Méridiene au centre du Cadran eſt de 31 deg. 35 min.

Par la ſeconde Regle on trouvera que l'angle de l'axe avec la ſouſtylaire eſt de 27 d. 38 m.

Par la troiſiéme, que l'arc de l'Equateur entre la ſouſtylaire & la Méridiene eſt de 52 d. 58 m & par conſequent que la ſouſtylaire eſt entre 3 & 4 heures.

Par la quatriéme, que l'angle de la ligne de 6 h. avec la Méridiene eſt de 50 d. 52 m.

Ayant trouvé que l'arc de l'Equateur entre la ſouſtylaire & la Méridiene eſt de 52 d. 58 m. ôtez-en 45 d. qui eſt larc de l'Equateur, qui convient à 3 h. reſte 7 d. 58 m. pour la diſtance horaire entre ladite ſouſtylaire & la ligne de 3 h. & par conſequent 7 d. 2 m. entre la ſouſtylaire & celle de 4 h.

C'eſt pourquoi pour trouver les angles que font avec la ſouſtylaire les lignes des heures au centre du Cadran, il faut commencer par une de ces diſtances, en diſant, par exemple, comme le Sinus total 100000 eſt au Sinus de l'élevation particuliere du Pole, ſur le Plan déclinant qui eſt en cet exemple de 27 d. 38 m. dont le Sinus eſt 46381, ainſi la tangente de 7 d. 2 m. qui eſt 12337, eſt à un 4me nombre, qui ſe trouvera 5722, tangente de 3 d. 16 m. & par conſequent l'angle de la ſouſtylaire avec la ligne de 4 h. eſt de 3 d. 16 m.

Pour avoir l'angle de 5 h. il faut ajoûter 15 d. à la diſtance horaire de 4 h. & chercher la tangente de 22 d. 2 m. & ainſi de ſuite.

Ce qui étant fait, l'angle de la ſouſtylaire avec la ligne de 5 heures ſera de . . . . . 10 d. 38 m.

Avec la ligne de 6 h. de . .	19	17
Avec la la ligne de 7 h. de . .	30	44
Avec la ligne de 8 h. du ſoir, de .	47	35

Mais ſi on veut avoir les angles de ces mêmes heures avec la Méri-

ridiene, il faut y ajoûter 31 d. 35 m. & par conſequent l'angle de la ligne de 4 h. avec la Méridiene, ſera de . 34 d. 51 m.

De celle de 5 h.	42	13
De celle de 6 h.	50	52
De celle de 7 h.	62	19
De celle de 8 h.	79	10

Ayant fait un pareil calcul pour les heures qui ſont de l'autre côte de la ſouſtylaire on trouvera que l'angle de ladite ſouſtylaire avec la ligne de 3 h. eſt de . . . . 3 d. 45 m.

Avec la ligne de 2 h.	11	7
Avec la ligne d'une heure.	19	54
Avec la ligne de 12 h.	31	35
Avec la ligne de 11 h.	48	54
Avec la ligne de 10 h.	75	7
Avec celle de 9 heures.	106	48

De ces derniers angles ſi on ſouſtrait 31 d. 35 m. trouvez entre la ſouſtylaire & la Méridiene, on connoîtra que l'angle de la ligne de 9 h. avec la Méridiene eſt de . . . 75 d. 13 m.

Celui de la ligne de 10 h.	43	32
Celui de la ligne de 11 h.	17	19

Et ainſi des autres.

Lorſque la déclinaiſon du Plan eſt fort grande, on ne peut commodément y marquer le centre, parce que les lignes horaires y ſont trop ſerrées, mais en ce cas on les tracera entre deux lignes horiſontales, & les angles des lignes horaires au deſſus deſdites horiſontales ſeront les complémens de ceux qu'elles feroient avec la Méridiene au centre du Cadran vertical.

Méthode pour connoitre la déclinaiſon d'un Mur vertical par le calcul de la Trigonométrie, & par quelques points d'ombre obſervez.

COmme la juſteſſe des Cadrans verticaux dépend principalement de la connoiſſance qu'il faut avoir de la ſituation des Murs ſur leſquels on veut les conſtruire à l'égard du Ciel, c'eſt-à-dire, de leur déclinaiſon, il eſt à propos de chercher à la connoître avec toute l'exactitude poſſible; ce que nons allons faire avant que de finir ce Chapitre.

PREPARATIONS.

Il faut premierement planter obliquement dans le Mur une verge de fer, dont l'extremité qui eſt en l'air ſoit pointuë & aſſez éloignée

gnée dudit Mur, comme eſt la verge AI, dont la pointe ou extremité pointuë eſt I. *XXIII. Planche.* Fig. 2.

Secondement, il faut marquer le pied du ſtyle H, qui eſt un point de la ſurface du Cadran où elle eſt rencontrée par la perpendiculaire, menée de l'extremité du ſtyle I H, & tracer la verticale HF qui paſſe par ce point, & qui repreſente le vertical perpendiculaire au Plan du Cadran; il faut auſſi tracer la ligne horiſontale DC qui coupe à angles droits cette verticale au pied du ſtyle H.

Vous meſurerez enſuite exactement la longueur du ſtyle droit HI ou HF ſon égale; c'eſt-à-dire, la diſtance du pied du ſtyle a ſa pointe qui eſt en l'air, avec une échelle qui ait de fort petites parties, comme des lignes de pied de Roi.

Ayant marqué ſur le Mur pluſieurs points d'ombre en un beau jour, comme les points 2, 3, 4, on meſure avec la même échelle la diſtance de chaque point d'ombre à la ligne horiſontale, comme ici, par exemple, la diſtance du point d'ombre 2, au point Z ſur l'horiſontale; & de même la diſtance du même point à la verticale qui paſſe par le pied du ſtyle, comme ici du point 2 au point X; on écrit les nombres qui expriment ces diſtances avec ordre ſur un Memoire, pour en faire les Analogies ſuivantes.

Pour marquer ces points d'ombre avec préciſion & juſteſſe, on ſe ſervira de la méthode ſuivante, que nous tenons de M. de la Hire. On attache vers la pointe du ſtyle une petite platine de fer blanc, ou de quelque autre étofe très-mince, qui eſt percée d'un petit trou rond, en ſorte que le centre de ce petit trou touche exactement la pointe du ſtyle; & que la platine ſoit expoſée directement au Soleil; on verra ſur la ſurface du Cadran une petite ovale de lumiere qui paroîtra dans l'ombre de la Platine. Cette obſervation ſe fait en traçant promtement avec un craïon un trait leger autour de cette ovale de lumiere, qui change continuellement de place; le centre de cette ovale ſe peut prendre pour la veritable ombre de la pointe du ſtyle.

Ayant ainſi marqué pluſieurs points d'ombre, il faut trouver par le calcul l'amplitude & la hauteur du Soleil qui conviennent à chacun, & les cotter ſur le Memoire.

On appelle ici amplitude l'angle que la hauteur du ſtyle fait avec la ligne tirée de chaque point d'ombre à la ligne horiſontale; chacune de ces lignes repreſente ſur le Mur le vertical du Soleil au tems de l'obſervation; cet angle eſt marqué dans ladite figure HFZ, & c'eſt l'amplitude qui convient au point 2.

Pour

Pour avoir cet angle, on dira, comme la hauteur du ſtyle eſt à la diſtance du point d'ombre à la ligne verticale; ainſi le raïon eſt à la tangente.

On fera cette Analogie pour chaque point d'ombre, & on aura les amplitudes dont on fera une colonne.

Enſuite pour trouver la hauteur du Soleil ſur l'horiſon, il faut prendre le complément de l'amplitude & la diſtance de chaque point d'ombre à la ligne horiſontale, & dire: Comme la hauteur du ſtyle eſt au Sinus du complément de l'amplitude; ainſi la diſtance du point d'ombre à la ligne horiſontale eſt à la tangente de la hauteur du Soleil ſur l'horiſon.

Ayant trouvé l'élevation du Soleil pour chaque point d'ombre, on en fera une colonne.

Si le point d'ombre obſervé ſe rencontre ſur la verticale qui paſſe par le pied du ſtyle, il n'y aura point d'amplitude, & l'on aura par une ſeule Regle la hauteur du Soleil, en diſant. Comme la hauteur du ſtyle eſt à la diſtance du point d'ombre au pied du ſtyle; ainſi le raïon eſt à la tangente de la hauteur du Soleil.

Après quoi il faut trouver la diſtance de chaque vertical ou azimuth obſervé au Méridien; & pour y parvenir il faut avoir la déclinaiſon du Soleil pour le tems auquel on a pris les points d'ombre: ſi c'eſt pendant les Solſtices, la même déclinaiſon ſervira pour tous les points d'ombre obſervez dans un même jour; mais dans le tems des Equinoxes, il faut avoir la déclinaiſon du Soleil pour l'heure qu'on a obſervé chaque point d'ombre, en prenant les parties proportionelles, comme il eſt expliqué dans le Livre de la Connoiſſance des Tems.

Ayant la déclinaiſon du Soleil, on en prendra le complément, comme auſſi le complément de la hauteur du Pole, & le complément de la hauteur du Soleil.

On ajoûte enſemble ces trois complémens; du produit on en prend la moitié; de cette moitié on en ôte le complément de la hauteur du Soleil, pour avoir la premiere difference; on ôte encore de cette même moitié le complément de l'élevation du Pole, pour avoir une ſeconde difference, & l'on en forme les deux Analogies ſuivantes.

Comme le Sinus de complément de l'élevation du Pole eſt au Sinus de la premiere difference; ainſi le Sinus de la deuxiéme difference eſt à un quatriéme Sinus.

Comme

Comme le Sinus de complément de la hauteur du Soleil eſt au Sinus total, ainſi le quatriéme Sinus trouvé ci-devant eſt à un autre Sinus, qu'il faut multiplier par le Sinus total, & du produit en prendre la racine quarrée, laquelle ſera le Sinus de la motié de la diſtance du point d'ombre obſervé, ou de ſon vertical à la Méridiene ou ligne de 12 heures.

Ayant donc cherché ce Sinus dans les Tables, & ayant trouvé les degrez & minutés auſquels ils répond, il faut doubler ces degrez & minutes pour avoir la diſtance au Méridien.

Enfin pour avoir la déclinaiſon du Mur qui eſt ici marquée par l'angle HFE, il y a cinq cas que nous allons expliquer par la ſuſdite figure, qui repreſente un vertical déclinant du Midi à l'Occident.

En premier lieu, ſi le point d'ombre eſt entre le vertical qui paſſe par le pied du ſtyle & la ligne de 12 h. comme eſt ici le point 2 que je ſuppoſe avoir été obſervé quelque tems après midi, il faut ajoûter l'amplitude à la diſtance du vertical au Méridien.

2°. Si le point d'ombre eſt au-delà du vertical qui paſſe par le pied du Stile, comme eſt ici le point 3, il faut ſouſtraire l'amplitude de la diſtance au Méridien pour avoir la déclinaiſon.

3°. Si le point d'ombre obſervé ſe trouve préciſement ſur le vertical qui paſſe par le pied du ſtyle, il n'y a point d'amplitude, & ſa diſtance au Méridien ſera la déclinaiſon du Mur.

4°. Si le point d'ombre eſt au-delà du Méridien, comme eſt ici le point 4, que je ſuppoſe avoir été obſervé avant midi, l'amplitude ſera plus grande que la déclinaiſon, & pour l'avoir, il faudroit ſouſtraire la diſtance au Méridien de l'amplitude.

En cinquiéme & dernier lieu, ſi le point d'ombre étoit obſervé préciſément à l'heure de Midi, la déclinaiſon du Mur ſeroit égale à l'amplitude; & comme je ſuppoſe que l'on connoît la déclinaiſon du Soleil & la hauteur du Pole du lieu, il ſera facile de connoître ſi la hauteur du Soleil obſervée eſt la plus grande du jour, ou la hauteur Méridiene.

Ce que nous venons de dire peut s'appliquer ſans peine à toute ſorte de déclinaiſon, ſoit vers l'Orient, ſoit vers l'Occident, en obſervant que la ligne de mi-nuit tient lieu de celle de midi pour les Murs qui déclinent du Septentrion à l'Orient où à l'Occident

Un exemple éclaircira ce que nous venons de dire: Suppoſons pour cet effet, que dans un lieu où le Pole Septentrional eſt élevé de 48 deg. 50 m. nous ayons obſervé un point d'ombre ſur un Mur

bien vertical aux environs du Solſtice d'Eté, ſoit la hauteur du ſtyle de 300 parties égales, & la diſtance du point d'ombre au vertical qui paſſe par le pied du ſtyle, de 100 des mêmes parties.

Operation par les Logarithmes.

Logarithme de 100.	20000000
Logarithme Sinus total. . . .	100000000
Somme . . .	120000000
Logarithme de 300. . . .	24771212
Reſte . . .	95228788

Ce nombre reſtant eſt logarithme tangente de 18 d. 26 m. pour l'amplitude du point obſervé, & ſon complément 71 d. 34 m.

Enſuite pour trouver la hauteur du Soleil ſur l'horiſon, je ſuppoſe la diſtance du point d'ombre obſervé à la ligne horiſontale de 600 des mêmes parties.

Logarithme Sinus de 71 d. 34 m. . .	99771253
Logarithme de 600. . . .	27781512
Somme . .	127552765
Logarithme de 300. . . .	24771212
Reſte . .	102781553

Ce nombre reſtant eſt logarithme tangente de 62 d. 13 m. pour la hauteur du Soleil.

Suppoſant donc la hauteur du Pole. .	48 d. 50 m.
La déclinaiſon Septentrionale du Soleil .	23 15
La hauteur du Soleil obſervée . .	62 13

Operation pour trouver la diſtance au Méridien.

Complément de l'élevation du Pole .	41 d. 10 m.
Complément de la déclinaiſon du Soleil .	66 45
Complément de la hauteur du Soleil .	27 47
Somme . .	135 42
Moitié de ladite ſomme . . .	67 51
Otant le complément de l'élevation du Pole	41 10
Premiere difference . .	26 41

O-

Otant encore de	67 d.	51 m.
Le complément de la hauteur du Soleil .	27	47
Seconde difference .	40	4

PREMIERE ANALOGIE.

Log. Sin. de la premiere difference	26 d.	41 m.	96523035
Log. Sin. de la ſeconde difference	40	4	98086690
Somme . .			194609725
Oter le logarithme Sinus de	41 d.	10 m.	98183919
Quatrieme Sinus reſtant . .			96425806

SECONDE ANALOGIE.

Logarithme Sinus total . . .			100000000
Quatriéme Sinus			96425806
Somme . .			196425806
Oter le logarithme Sinus de	27 d.	47 m.	96685064
Sinus reſtant . . .			99740742
A multiplier par le Sinus total . .			100000000
			199740742
Moitié dudit nombre pour racine quarrée .			99870371

Ce dernier nombre répond au Sinus logarithme de 76 d. 4 m. lequel étant doublé fait 152 deg. 8 m. mais parce que cet angle eſt obtus il faut le ſouſtraire de 180, le reſte 27 d. 52 m. eſt la diſtance du vertical obſervé au Méridien; & comme le point d'ombre 2, ſur lequel je ſuppoſe avoir fait ce calcul, eſt entre le vertical qui paſſe par le pied du ſtyle & la ligne de 12 h. il faut ajoûter la ſuſdite diſtance à l'amplitude calculée 18 deg. 26 min. pour avoir la déclinaiſon 46 d. 18 m.

Par un ſeul point d'ombre obſervé bien exactement, on peut trouver la déclinaiſon d'un Mur; mais il eſt mieux d'en obſerver pluſieurs ſoit en un même jour, ſoit en différens tems, afin qu'ayant calculé autant de fois la déclinaiſon, qui y a de points d'ombre obſervez, on puiſſe prendre la partie proportionelle des differences, qui ne doivent pas néanmoins être conſiderables quand on fait les operations exactes; & ſi par exemple on avoit marqué ſix points d'ombre, on prendroit la ſixiéme partie des differences que produiroient les calculs, pour en conclure la veritable déclinaiſon du Mur.

CHAPITRE II.

Contenant la Conſtruction & les Uſages d'un Inſtrument propre à connoitre la déclinaiſon & inclinaiſon des Plans.

XXIV. Planche. Fig. 1.

CEt Inſtrument ſe nomme Déclinatoire & Inclinatoire. Il eſt fait d'une plaque de cuivre ou de bois ſec, bien unie, de figure rectangle, d'environ un pied de long & de 7 à 8 pouces de large. On trace bien parallelement à un de ſes longs côtez, comme à AB, le diametre d'un demi-cercle que l'on diviſe en deux quarts de 90 d. chacun, leſquels on ſubdiviſe quelquefois en demi-degrez. La diviſion doit commencer du point H, comme on le voit par la figure de l'inſtrument. On y ajoûte une alidade marquée I, qui tourne autour du centre G par le moyen d'un clou à tête. On attache avec des vis à la ligne de foy de l'alidade, une Bouſſole dont le Nord eſt tourné vers le centre G, & même quelquefois un petit Cadran horiſontal dont la ligne de 12 h. eſt pareillement tournée vers le centre G. Je ne m'arrêterai pas davantage ſur la conſtruction de cet Inſtrument; il ſera facile de l'entendre après ce qui a été dit ci-devant.

Uſage du Déclinatoire.

UN Plan eſt dit déclinant lorſqu'il n'eſt pas tourné directément vers une des 4 parties cardinales du Monde, qui ſont le Septentrion, le Midi, l'Orient & l'Occident; & la déclinaiſon ſe meſure par l'arc de l'horiſon compris entre le premier vertical & le vertical parallele au Plan, s'il eſt vertical, c'eſt-à-dire, perpendiculaire à l'horiſon: car ſi le Plan eſt incliné il ne peut être parallele à aucun vertical, ſi ne n'eſt par ſa baſe; & pour lors l'arc de l'horiſon compris entre le premier vertical & celui qui eſt parallele à la baſe du Plan incliné, eſt la meſure de ſa déclinaiſon ou bien l'arc de l'horiſon, compris entre le Méridien du lieu & le vertical perpendiculaire au Plan.

Il n'y a que les Plans verticaux ou inclinez qui puiſſent être déclinans; car pour l'horiſontal il ne peut décliner, parce que ſa face ſupérieure regardant directement le Zénith, ſon Plan eſt tourné indifferemment vers les quatre parties cardinales du Monde.

Pour connoître la déclinaiſon d'un Plan, ſoit vertical, ſoit incliné, tracez-y une ligne de niveau, c'eſt-à-dire, parallele à l'horiſon; appliquez le long de cette ligne le côté AB de l'inſtrument, & tournez l'alidade avec la Bouſſole, juſqu'à ce que l'éguille aimantée s'arrê-

rête juſtement ſur ſa ligne de déclinaiſon qui doit être marquée au fond de la Bouſſole; cela étant, le nombre des degrez coupez par la ligne de foi de l'alidade marquera la déclinaiſon du Plan vers la partie du Monde, indiquée par l'écriture gravée ſur le déclinatoire. Si, par exemple, l'Alidade ſe trouve arrêtée entre H & B, ſur le 45me d. & ſi le bout de l'éguille qui marque le Nord ou le Septentrion, eſt directement ſur le point S de ſa ligne de déclinaiſon, le Plan décline de 45 d. du Midi à l'Occident; mais ſi dans cette même ſituation du déclinatoire, le bout oppoſé de l'éguille qui marque le Midi étoit arrêté ſur le point S de ladite ligne de déclinaiſon, le Plan obſervé déclineroit de 45 deg. du Septentrion à l'Orient.

Si l'alidade ſe trouve entre A & H, & le Nord de l'éguille ſur le point S, la déclinaiſon du Plan ſera du Midi à l'Orient; mais ſi dans cette ſituation de l'alidade, le Midi de l'éguille eſt arrêté ſur ledit point S, le Plan décline du Septentrion à l'Occident.

Si le lieu où l'on fait l'obſervation étoit éclairé du Soleil, & qu'on fût aſſuré de l'heure preſente par quelque bon Cadran, comme par un anneau aſtronomique, on pourroit trouver la déclinaiſon du mur ou Plan propoſé, par le moyen du petit Cadran horiſontal attaché à l'alidade, laquelle on feroit tourner juſqu'à ce que le ſtyle de ce Cadran marquât l'heure juſte, & pour lors les degrez du quart de cercle qui ſeroit à l'interſection de la ligne de foi de l'alidade, feroient connoître la déclinaiſon, & par ce moyen on éviteroit les erreurs que peut cauſer la Bouſſole, tant par la variation de l'aiman, que par l'approche du fer qui peut être caché dans les murs.

Lorſqu'un mur eſt éclairé du Soleil, on peut trouver la ſouſtylaire ou Méridiene propre, par le moyen de deux points d'ombre obſervez de la maniere que nous avons dit, & enſuite ſa déclinaiſon; ou bien l'on peut tracer une ligne Méridiene ſur un Plan horiſontal proche dudit mur, laquelle étant prolongée juſqu'à ſon rencontre, ſervira à connoître ſa déclinaiſon, comme auſſi la variation de l'éguille aimantée en la maniere qui ſuit.

Tracez un cercle ſur un Plan de niveau, comme il eſt repreſenté par la figure M, placez un ſtyle pointu & bien perpendiculaire à ſon centre, ou bien plantez un ſtyle courbé en quelqu'endroit, comme en A, de maniere que ſon extremité pointuë réponde juſtement au centre du cercle; ce qu'il ſera facile de faire par le moyen d'une Equerre. Avant que de tracer ce cercle il eſt à propos de voir la longueur de l'ombre de vôtre ſtyle, afin de faire paſſer ſa circonference par le premier point d'ombre quelques heures avant midi; lorſque Fig. M.

l'ombre de l'extremité du ſtyle touchera la circonference du cercle, marquez-y un point comme G; l'ombre ſe racourcira juſqu'à midi, & enſuite ſe ralongera quelques heures après; lorſqu'elle touchera encore une fois la circonference du même cercle, marquez-y un ſecond point comme F; diviſez l'arc FG en deux parties égales, & par ſon milieu C, tirez le diametre BC, qui ſera la Méridiene.

Si cette operation ſe faiſoit au tems des Equinoxes, il ne ſeroit pas beſoin de tracer de cercle, car tous les points d'ombre ſeroient en ligne droite, comme ED, qui ſeroit la commune ſection de l'Equateur & du Plan, & toute ligne, la coupant à angles droits, comme BC, ſeroit la Méridiene du Plan horiſontal.

Ayant donc une Méridiene tracée, ſi on y applique un Cadran horiſontal, dont le Midi ſoit tourné vers C, qui repreſente le Nord, on connoîtra l'heure preſente, & on tournera en même tems l'alidade, en ſorte que le petit Cadran qui y eſt attaché marque la même heure, pour lors les degrez de la circonference du déclinatoire, coupez par l'alidade, vous feront connoître la déclinaiſon du Mur ou du Plan.

Ou bien ſi vous prolongez la ſuſdite Méridiene juſqu'au rencontre du Plan déclinant, elle fera 2 angles inégaux avec la ligne horiſontale que vous y aurez tracée, ſçavoir, l'un aigu & l'autre obtus, que vous meſurerez le plus juſte qu'il vous ſera poſſible; la difference de l'un ou l'autre de ces 2 angles, à l'angle droit, ſera la déclinaiſon du Plan. Si, par exemple, l'angle aigu étoit de 50 d. & l'obtus par conſequent de 130, leur difference à l'angle droit, ſeroit 40 d. pour ladite déclinaiſon.

Pour obſerver la variation de l'éguille aimantée, appliquez un des côtez de la plaque quarrée de la Bouſſole au long de la ligne Meridiene tracée ſur le Plan; lorſque l'éguille ſera arrêtée, remarquez de combien de degrez ſa pointe qui marque le Nord, ſera éloignée de la Fleur-de-Lys qui eſt à la Bouſſole, & par ce moyen vous connoîtrez la variation ou déclinaiſon de l'aiman; mais ce ne ſera pas pour long-tems, car elle change toûjours. Quand on prend la déclinaiſon des Plans avec la Bouſſole, il faut avoir égard à la variation de l'éguille aimantée, en la laiſſant arrêter ſur une ligne qui marque ſa variation, & que l'on trace ordinairement au fond de la boëte de la Bouſſole.

Uſage de l'Inclinatoire.

LE même inſtrument qui ſert à prendre la déclinaiſon des Plans, ſert auſſi à prendre leur inclinaiſon, c'eſt-à-dire, l'angle que fait le

Planche Vingt-troisiéme.

Cadran Occidental pour 49. degrez. Fig. 1.e

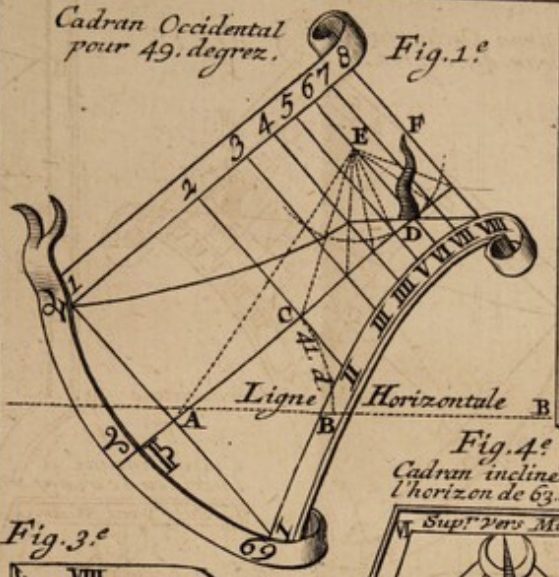


Fig. 2.e Cadran Vertical declinant du Midy à l'Occident de 45. d.

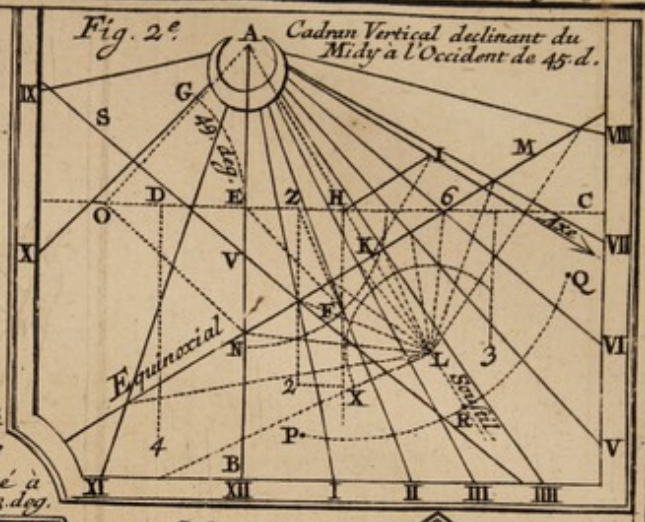
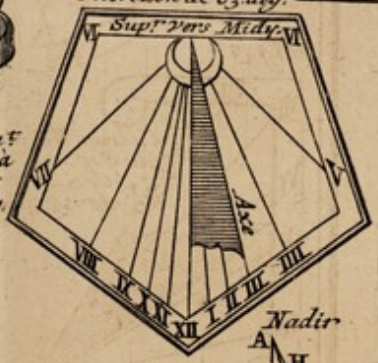


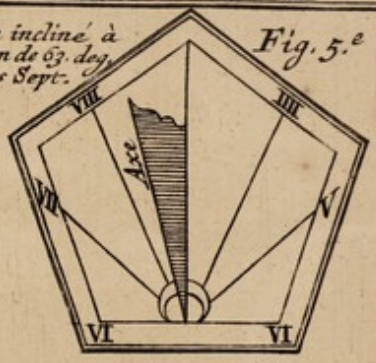
Fig. 3.e Cadran declinant du Septentrion à l'Occident de 45. deg.

Fig. 4.e Cadran incliné à l'horizon de 63. deg.



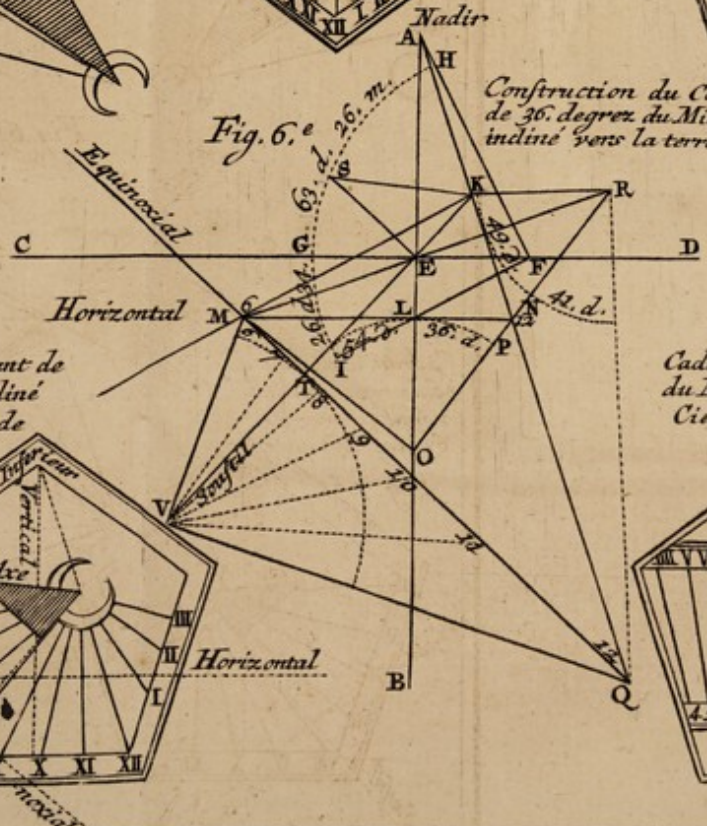
Cadran incliné à l'horizon de 63. deg. Inf.r vers Sept.

Fig. 5.e



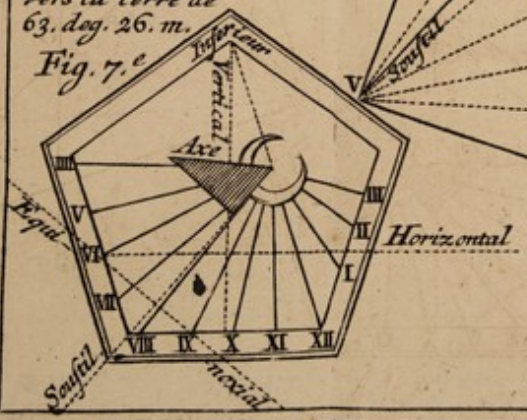
Construction du Cadran declinant de 36. degrez du Midy à l'Orient et incliné vers la terre de 63. d. 26. m.

Fig. 6.e



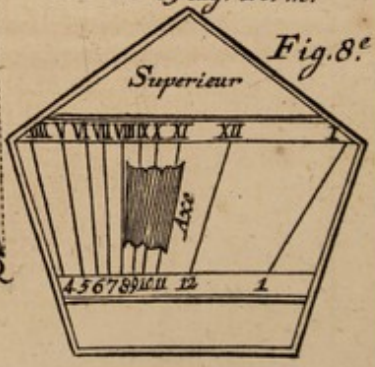
Cadran declinant de 36. degrez, et incliné vers la terre de 63. deg. 26. m.

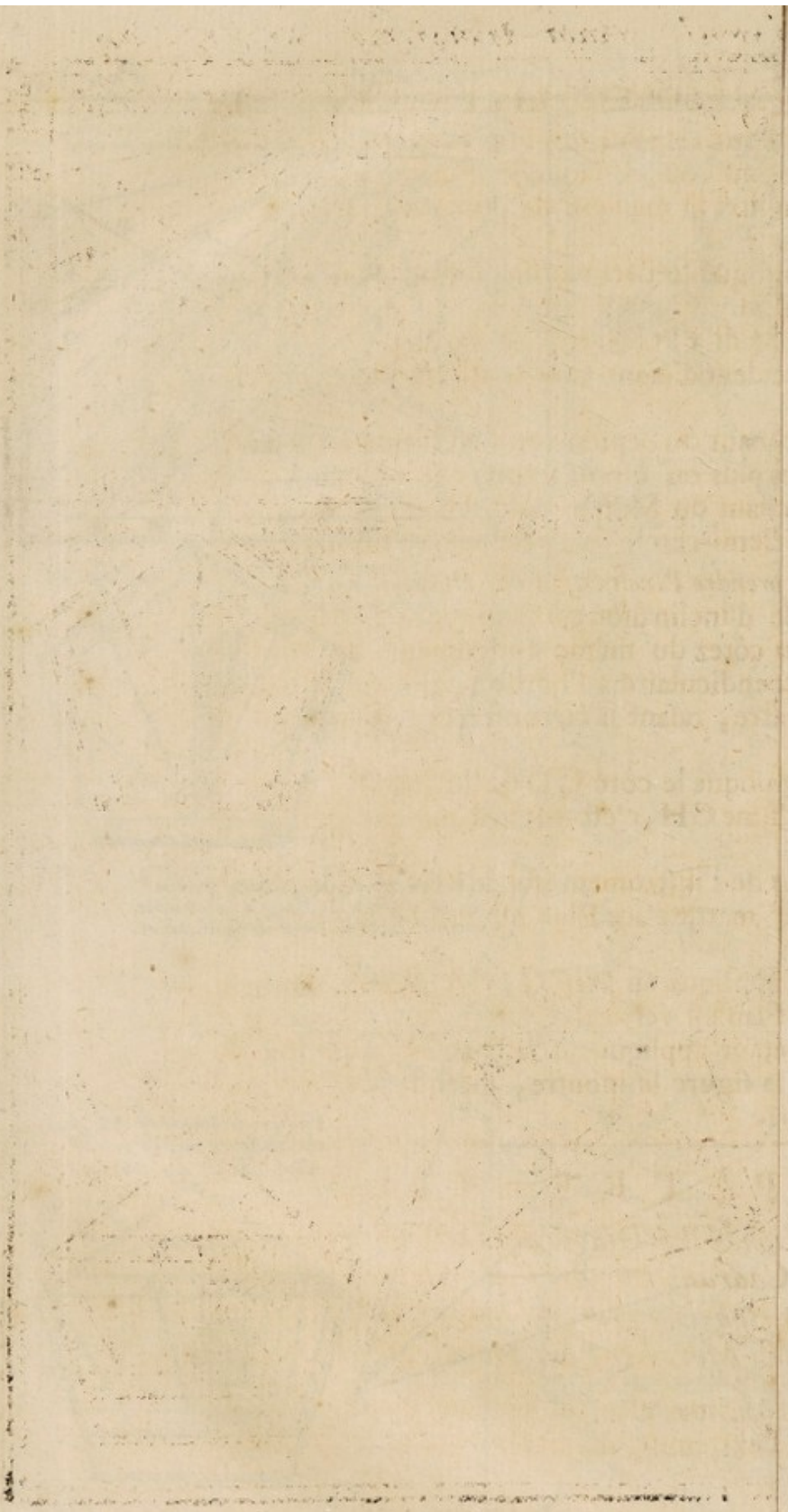
Fig. 7.e



Cadran declinant de 72. deg. du Midy, et incliné vers le Ciel de 63. deg. 26. m.

Fig. 8.e





le Plan avec l'horiſon, & pour cet effet il y a un petit trou au centre G, où l'on paſſe une ſoie, au bout de laquelle il y a un plomb.

La figure 2, fait connoître la maniere de prendre la déclinaiſon & l'inclinaiſon des Plans.

Le Plan A, où eſt appliqué le déclinatoire eſt un Plan vertical Méridional ſans déclinaiſon.

Le Plan B décline du Midi à l'Occident de 45 deg.

Le Plan C eſt un Occidental étant tourné directement au couchant. Fig. 2.

Le Plan D eſt un déclinant du Septentron à l'Occident de 45 d.

Les autres déclinaiſons plus ou moins grandes ſe prennent de la même maniere en approchant du Mur le côté AB du déclinatoire, en ſorte que le Plan du demi-cercle ſoit parallele à l'horiſon.

Maniere de prendre l'inclinaiſon des Plans

POur meſurer l'angle d'inclinaiſon, il faut approcher du Mur quelqu'un des autres côtez du même Inſtrument, & tenir le Plan du demi-cercle perpendiculaire a l'horiſon, afin que la ſoie du plomb ſuſpenduë au centre, raſant la circonference, y marque la valeur dudit angle.

Si, par exemple, on applique le côté CD ſur le Plan E, & que la ſoie tombe le long de la ligne GH, c'eſt une marque que ce Plan eſt parallele à l'horiſon.

Appliquant le côté CA de l'inſtrument ſur le Plan F, ſi le plomb tombe comme la figure lé marque, ce Plan eſt incliné de 45 degrez vers le Ciel.

Le même inſtrument appliqué au Plan G, ſi le plomb tombe le long du diametre, ce Plan eſt vertical.

Enfin, le côte AC étant appliqué ſu le Plan H, & la ſoie du plomb tombant comme la figure le montre, marque ſon inclinaiſon de 45 d. vers la Terre.

CHAPITRE III.

Contenant la Conſtruction & les Uſages des Inſtrumens propres à marquer ſur les Cadrans les Arcs des Signes, les Arcs Diurnes, les heures Babyloniques, les heures Italiques, les Almucantarats & les Méridiens des principales Villes.

IL s'agit preſentement de marquer ſur les Cadrans certaines lignes que l'ombre de l'extremité du Style parcourera, lorſque le

le Soleil entrera dans chacun des douze Signes du Zodiaque.

Du Trigone des Signes.

LA figure 3 repreſente le triangle ou trigone des Signes. On le fait de cuivre ou de quelque autre matiere ſolide, grand à diſcretion. Pour le conſtruire tirez premierement la ligne *a b*, qui repreſente l'axe du Monde, & *a c* perpendiculaire à l'axe, pour repreſenter le raïon de l'Equateur. Du point *a*, comme centre, tracez à diſcretion l'arc *d c e*. Du point *c* comptez de part & d'autre 23 degrez & demi, pour la plus grande déclinaiſon du Soleil, & tirez les lignes *a d*, *a e* pour les deux tropiques, l'un d'Eté & l'autre d'Hyver. Tirez auſſi la ligne *d e*, laquelle ſera diviſée en deux également par le raïon de l'Equateur au point *o*, duquel comme centre, tracez un cercle dont la circonference doit paſſer par les points des Tropiques *d* & *e*; diviſez cette circonference en 12 parties egales en commençant du point *d*: par chaque point de diviſion également éloigné des points *d* & *e*, tirez des lignes occultes paralleles au raïon de l'Equateur, qui marqueront ſur l'arc *d c* des points, par leſquels & du centre *a* vous titerez des lignes qui repreſenteront les commencemens des Signes du Zodiaque, diſtans l'un de l'autre de 30 deg. Pour les diviſer de 10 en 10 deg. il faut diviſer la circonference du cercle en 36 parties égales, & en 72 pour avoir cette diviſion de 5 en 5 deg. On marque les caracteres des Signes ſur chaque ligne, comme on le voit par la figure 4^me^. Quand le Trigone eſt diviſé de 10 en 10 deg. ou de 5 en 5, à l'endroit de chaque premiere dixaine des Signes on met la lettre du mois qui lui convient.

Fig. 3.

On peut encore faire ce Trigone des Signes plus promptement, par le moyen de la Table des déclinaiſons du Soleil marquées ci-après; car ayant tracé les deux lignes *a b*, *a c* à angles droits, mettez le centre d'un rapporteur au point A, ſon angle de 90 deg. vers le point *c*, & le tenant ainſi fixement, comptez de part & d'autre du raïon *a c*, 23 deg. 30 min. pour les Tropiques de ♋ & ♑ 20 d. 12 m. pour les commencemens des Signes ♌, ♊, ♐ & ♒, & 11 d. 30 m. pour ♉, ♍, ♎ & ♓. On diviſera de même chaque eſpace des Signes de 10 en 10 deg. ou de 5 en 5, par les déclinaiſons marquees dans la Table ci-après. Les points Equinoxiaux de ♈ & ♎ ſe placent au bout du raïon de l'Equateur *a c*.

Table

Table des declinaiſons du Soleil en tous les degrez de l'Ecliptique.

Degr. de l'Ecl.	Signes. ♈ ♎ D.	M.	Signes. ♉ ♏ D.	M.	Signes. ♊ ♐ D.	M.	Degr.
1	0	24	11	51	20	25	29
2	0	48	12	12	20	36	28
3	1	12	12	32	20	48	27
4	1	36	12	53	21	0	26
5	2	0	13	13	21	11	25
6	2	23	13	33	21	21	24
7	2	47	13	53	21	32	23
8	3	11	14	12	21	42	22
9	3	35	14	32	21	51	21
10	3	58	14	51	22	0	20
11	4	22	15	9	22	8	19
12	4	45	15	28	22	27	18
13	5	9	15	47	22	24	17
14	5	32	16	5	22	32	16
15	5	55	16	22	22	39	15
16	6	19	16	40	22	46	14
17	6	42	16	57	22	52	13
18	7	5	17	14	22	57	12
19	7	28	17	30	23	2	11
20	7	50	17	47	23	7	10
21	8	13	18	3	23	11	9
22	8	35	18	16	23	15	8
23	8	58	18	34	23	18	7
24	9	20	18	49	23	21	6
25	9	42	19	3	23	24	5
26	10	4	19	18	23	26	4
27	10	26	19	32	23	27	3
28	10	47	19	46	23	28	2
29	11	9	19	59	23	29	1
30	11	30	20	12	23	30	0
	♍ ♓		♌ ♒		♋ ♑		

Quantiéme des Signes.

Quantiéme des Signes.

Par la Table des déclinaiſons on connoît par tout & à chaque

jour à Midi combien le Soleil décline & s'éloigne des Equinoxes en chaque degré des Signes du Zodiaque, la plus grande étant ſuppoſée 23 d. 30 m. bien qu'à preſent elle ne ſoit que d'environ 23 d. 29 m. mais une minute de difference eſt peu conſiderable dans l'uſage des Cadrans. Les degrez qui vont en croiſſant de haut en bas dans la premiere colonne vers la gauche ſont pour les Signes marquez au-deſſus ; & les degrez qui vont en décroiſſant de haut en bas dans la derniere colonne vers la droite, ſont pour les Signes marquez en deſſous.

Du Trigone des Arcs diurnes.

LA figure 4 repreſente le triangle ou Secteur des Arcs diurnes & nocturnes.

Ils ſe tracent ſur les Cadrans au Soleil par des lignes courbes, comme les arcs des Signes, & l'ombre du bout du ſtyle parcourant ces arcs fait connoître combien d'heures le Soleil reſte ce jour-là ſur l'horiſon, c'eſt à-dire, la longueur du jour, & par conſequent celle de la nuit qui eſt ſon complément à 24 heures.

Le triangle des Signes eſt le même pour toutes les élevations de Pole, parce que les déclinaiſons du Soleil ſont les mêmes pour toute la terre ; mais les arcs diurnes ſont differens pour chaque élevation particuliere de Pole, & on en met ſur les Cadrans autant qu'il y a d'heures de difference entre le plus court & le plus long jour de l'année.

XXIV. Planche. Fig. 4. Pour conſtruire le triangle des arcs diurnes ſur une plaque de cuivre ou de quelque matiere ſolide, tirez premierement la ligne droite RZ, qui eſt le raïon de 12 h. ou de l'Equateur ; du point R, comme centre & d'une ouverture de Compas à volonté, décrivez l'arc de cercle TSV ; portez de S en V un arc égal à celui de l'élevation de l'Equateur, ou ce qui eſt le même, du complément de l'élevation du Pole, comme, par exemple, ſi le Pole eſt élevé de 49 d. faites l'arc SV de 41 d. auſſi-bien que l'arc ST ; tirez enſuite la droite TXV, & du point X comme centre décrivez la circonference de cercle T ZVY, que vous diviſerez en 48 parties égales par des lignes ponctuées paralleles au raïon de l'Equateur RZ. Ces lignes couperont le diametre TXV en des points, par où & par le point R vous tirerez les raïons des heures.

Comme le plus long jour à Paris eſt de 16 h. & le plus court de 8, il ne ſera neceſſaire de marquer que quatre raïons d'un côté de la ligne RZ, & autant de l'autre:

On

On peut encore trouver par la Trigonométrie les angles que font au point R tous les raïons, en faiſant cette Analogie.

Comme le Sinus total eſt à la tangente du complément de l'élevation du Pole, ainſi le Sinus de la difference de l'arc ſemi-diurne des Equinoxes & de l'arc propoſé, eſt à la tangente de la déclinaiſon du Soleil requiſe.

Si, par exemple, on veut tracer ſur le Trigone l'arc de 11 h. de jour ou de 13, le demi-arc diurne eſt de 5 h. & demie ou de de 6 h. & demie, le jour des Equinoxes eſt de 12, & par conſequent le demi-arc diurne eſt de 6 h. & la difference eſt de demie heure; c'eſt pourquoi il faudra mettre pour premier terme de la regle de 3 le Sinus total, pour ſecond terme la tangente de 41 d ſi c'eſt pour Paris, & pour troiſiéme terme le Sinus de 7 d. 30 m. La regle étant faite, on trouvera que la déclinaiſon du Soleil eſt de 6 deg. 28 m. Méridionale, lorſque le jour à Paris eſt de 11 h. completes & la nuit de 13, & que pareillement ſa déclinaiſon étant de 6 d. 28 m. Septentrionale, le jour y eſt de 13 h. & la nuit de 11 h.

En faiſant trois autres Regles de 4, on trouvera que la déclinaiſon de l'arc diurne de 10 h. & de 14 h. eſt de . 12 d. 41 m.
Celui de 9 h. & de 15 h. eſt de . . 18 25
Et celui de 8 h. & de 16 h. de . . 23 30

Du Trigone avec une Alidade.

LA figure 5 eſt un triangle des Signes monté ſur une regle ou alidade A, pour tracer les arcs des Signes ſur les grands Cadrans. Fig. 5. On peut auſſi marquer ſur le même triangle les arcs diurnes; mais il ne faut mettre que les uns ou les autres ſur le même Cadran, pour éviter la confuſion des lignes. Il y a un petit trou au centre avec un clou, par le moyen duquel l'inſtrument peut tourner autour du centre du Cadran. On ajuſte une couliſſe à ce triangle pour qu'il puiſſe couler le long de la ligne de foi de la Regle, & une vis marquée B, pour l'arrêter où l'on veut. Les arcs des Signes avec leurs caracteres ſont autour de la circonference & une ſoie fine au centre du Secteur, pour l'étendre le long des raïons juſqu'au rencontre des lignes horaires du Cadran, de la maniere que nous dirons ci-après.

La figure 6, repreſente la moitié d'un Cadran horiſontal avec les Fig. 6. lignes horaires du matin juſqu'à midi, & ſa ligne équinoxiale CD; ce qui doit ſuffire pour expliquer la maniere d'y tracer les arcs des Signes par le moyen de la fig. 7, laquelle repreſente un triangle des Signes tracé ſur une plaque, ſur lequel on a rapporté les heures dudit Cadran horiſontal en cette maniere.

Prenez avec un Compas ſur le Cadran la grandeur de l'axe VR & la portez ſur l'axe du triangle de O en C; prenez enſuite au Cadran la diſtance du centre V juſqu'au point C, où la ligne de 12 h. coupe l'Equinoxiale, & la portez au triangle de C en A, pour y tracer legerement CA, 12 qui coupera toutes les 7 lignes du triangle.

Prenez ſur cette ligne la diſtance du point C juſqu'au rencontre du Tropique d'Eté, & portez-la au Cadran du centre V, ſur la ligne de 12 h. pour y marquer un point du d. Tropique; prenez de même ſur le triangle la diſtance depuis C juſqu'au rencontre du parallele des ♊, & la portez au Cadran ſur la même ligne de 12 heur. pour y marquer un point dudit parallele; prenez auſſi toutes les autres diſtances ſur le triangle, & les portez l'une après l'autre au Cadran ſur la ligne de 12 h. depuis le centre juſqu'au point du Tropique d'Hyver, qui doit être le plus éloigné du centre ſur le Cadran horiſontal; faites la même choſe pour toutes les autres heures l'une après l'autre. Prenez, par exemple, ſur la ligne d'11 h. du Cadran la diſtance depuis le centre juſqu'au point où cette ligne coupe l'équinoxiale, portez-la au triangle de C vers A, tirez la ligne C ij, prenez les diſtances du point C juſqu'à l'interſection de chaque parallele des Signes, & les portez au Cadran depuis le centre juſqu'aux points marquez 2 ſur ladite ligne de ij, & ainſi des autres. Fig. 7.

A l'égard de la ligne de 6 h. laquelle ſur le Cadran eſt parallele à l'équinoxiale, faites-la auſſi parallele au raïon de l'Equateur GA ſur le triangle. Pour y marquer la ligne de 7 h. du ſoir, faites du point C, comme centre, un arc depuis la ligne de 6 h. juſqu'à celle de 5; & portez la même ouverture de l'autre côté de la ligne de 6 h. pour y tracer la ligne de 7 h. laquelle ne rencontrera que le Tropique d'Eté, & à peine le parallele de ♊. Enfin la ligne de 8 h. du ſoir doit faire avec celle de 6, le même angle que fait de l'autre côté celle de 4; mais il eſt inutile de la marquer pour la latitude de 49 deg. puiſque cette ligne ne peut couper aucun raïon des Signes, étant parallele au Tropique de 69. Quand tous ces points ſeront marquez ſur les heures du Cadran, on joindra le mieux qu'il ſera poſſible, tous ceux qui appartiennent à un même Signe, par des lignes courbes qui repreſenteront les paralleles des Signes du Zodiaque, dont on marquera les caracteres, comme on les voit en la Figure. On y joint quelquefois les noms des mois & de quelque Fête immobile remarquable. Faites la même choſe pour les Cadrans verticaux, ſinon que le Tropique d'Hyver y doit être le plus proche du centre, & celui d'Eté le plus éloigné.

Pour

Pour marquer les arcs des Signes ou les arcs diurnes ſur les grands Cadrans, on ſe ſervira de la figure 5, en la maniere qui ſuit.

Attachez la regle par un clou au centre du Cadran, en ſorte que vous la puiſſiez tourner & arrêter ſur ſes lignes horaires, comme on voit par la figure 8; après avoir pris la diſtance depuis le centre du Cadran juſqu'au bout de ſon axe, & arrêté fixement avec la vis R, prenez d'une main la ſoie, & de l'autre hauſſez ou baiſſez l'Inſtrument ſur le Plan du Cadran, en ſorte que la ſoie tenduë le long du raïon de l'Equateur du Trigone rencontre la ſection de l'heure & de la ligne équinoxiale du Cadran; arrêtez l'Inſtrument dans cette ſituation, étendez la ſoie ſur les raïons du Trigone, & marquez ſur chaque ligne horaire les points par où doivent paſſer les paralleles de Signes tant au-deſſus qu'au-deſſous de la ligne équinoxiale, comme il paroît que l'on a fait ſur la ligne de 12 h. du Cadran repreſenté par la figure 8. Fig. 8.

Faites le même ſur toutes les lignes horaires l'une après l'autre, & par les points du même Signe, tracez les lignes courbes qui repreſenteront leurs paralleles ſur la ſurface du Cadran.

Pour les marquer ſur la ligne de 6 h tournez l'inſtrument de ſorte que la ligne de foi de la regle ſoit ſur la ligne de 12 h. & le raïon de l'Equateur parallele à la ligne de 6 h. après quoi vous étendrez la ſoie ſur les raïons des Signes, juſqu'à ce qu'elle coupe la ligne de 6 h. pour y marquer les points des paralleles.

Quand vous aurez marqué les arcs des Signes d'un côté du Cadran, par exemple, ſur les heures du matin, vous tranſporterez avec un Compas les mêmes diſtances du centre ſur les heures de l'autre côté de la Méridiene, les points marquez ſur la ligne de 11 heures ſeront portez ſur celle d'une heure, ceux de la ligne de 10 h. ſeront portez ſur celle de 2, & ainſi des autres également éloignez de la Méridiene, & vous y mettrez les caracteres des Signes qui leur conviennent.

C'eſt de la même maniere qu'ils ſe marquent ſur les Cadrans déclinans, en prenant la ſouſtylaire pour la Méridiene, & les diſtances depuis le centre doivent être égales aux heures également éloignées de la ſouſtylaire.

Si au lieu des arcs des Signes on y marque les arcs diurnes, c'eſt-à-dire, la longueur des jours, on y pourra mettre auſſi l'heure du lever & du coucher du Soleil, en partageant la longueur du jour en deux également; car, par exemple, lorſque le jour eſt de 15 h. le Soleil ſe couche à 7 h. & demie du ſoir, & ſe leve autant avant

midi, c'eſt-à-dire, à 4 h. & demie du matin, & ainſi des autres.

Pour tracer les arcs des Signes ſur les Cadrans Equinoxiaux; comme, par exemple, ſur le Cadran de la figure 7 de la planche 22, prenez la longueur du ſtyle AD, & la portez ſur l'axe du Trigone de la figure 7, planche 24; du point O, juſqu'en P, tirez la ligne PN, parallele au raïon de l'Equateur; elle coupera le Tropique d'Eté & deux autres paralleles. Prenez avec un Compas la diſtance du point P, juſqu'à l'interſection du Tropique; portez cette ouverture au centre A du Cadran, & tracez un cercle qui repreſentera le Tropique de 69. Prenez de même les deux autres diſtances ſur la parallele du Trigone, pour en tracer deux autres cercles ſur le Cadran, dont l'un ſera le parallele de ♊ & de ♌, & l'autre celui de ♉ & de ♍, que l'on peut tracer ſur l'Equinoxial ſupérieur. Si c'étoit un inférieur, on y marqueroit les paralleles de ♏, ♐, ♑, ♒ & ♓, car pour les cercles de ♈ & ♎, on ne peut les décrire ſur les Cadrans Equinoxiaux, parce que le Soleil étant dans le Plan de l'Equateur celeſte, ſes raïons raſent la ſurface de ces Cadrans, & l'ombre de leur ſtyle eſt indéfinie; c'eſt pourquoi ils ne marquent pas l'heure en ce tems-là.

La ligne horiſontale ſe trace de cette maniere: La longueur du ſtyle étant poſée ſur la ligne de 6 h. de ſon extremité D, comme centre, tracez au-deſſus, pour le ſupérieur, l'arc EF égal à l'élevation du Pole, comme ici, par exemple, de 49 d. tirez la ligne DF, qui coupera la Méridiene au point H, par lequel vous tracerez la ligne horiſontale parallele à celle de 6 heures, comme on voit en la figure 7, planche 22.

Cette ligne ſert à faire connoître le lever & le coucher du Soleil au commencement de chaque Signe; car, par exemple, comme elle coupe en ce Cadran le Tropique de Cancer aux aux points de 4 h. du matin, & de 8 h. du ſoir, il s'enſuit que le Soleil au jour du Solſtice d'Eté ſe leve à 4 h. du matin, & ſe couche à 8 h. du ſoir ſur l'horiſon de Paris; & ainſi des autres.

Pour tracer les arcs des Signes ſur les Cadrans Polaires.

LE Cadran étant conſtruit, comme on le voit en la figure 6 de la planche 22, les raïons des heures ponctuées depuis le point D, centre du quart de cercle, & bout du ſtyle, juſqu'au rencontre de la ligne équinoxiale AB, portez ces diſtances l'une après l'autre ſur le raïon de l'Equateur du Trigone de Signes, fig. 7 de la planche 24, pour y tracer autant de perpendiculaires qu'il y a d'heures ponc-

ponctuées, c'eſt-à-dire, une pour 12 h. & 5 autres pour 1, 2, 3, 4 & 5 h. leſquelles couperont les raïons des Signes du Trigone; prenez enſuite ſur ces perpendiculaires la diſtance depuis le raïon de l'Equateur du triangle juſqu'aux autres raïons des Signes, & les tranſportez ſur les lignes horaires du Cadran, depuis l'Equinoxiale AB de part & d'autre. Prenez, par exemple, ſur le triangle l'eſpace 12 ♈, & le portez au Cadran du point C, ſur la ligne de 12 h. pour y marquer les points des Tropiques. De même l'eſpace pris au triangle, ſur la ligne 5 ♈ ou 69, ſera portée ſur la ligne de 5 & de 7 h. du Cadran de part & d'autre également depuis la ligne Equinoxiale, & ainſi des autres Signes dont vous tracerez les paralleles par des lignes courbes; ſçavoir, les Signes Septentrionaux au deſſous de la ligne Equinoxiale, & les Méridionaux au-deſſus. Nous n'avons tracé que les deux Tropiques en la figure de ce Cadran, pour ne pas l'embaraſſer.

Les Arcs diurnes ſe tracent de la même maniere que les Arcs des Signes.

Pour tracer les Arcs des Signes ſur les Cadrans Orientaux & Occidentaux.

ON fait à peu près la même choſe que pour les tracer ſur les Polaires.

Soit, par exemple, la figure premiere de la planche 23 me, qui repreſente un Cadran Occidental. Les raïons des heures étant ponctuez depuis le point E, centre du quart de cercle & longueur du ſtyle, juſqu'à la ligne équinoxiale CD, ſeront portez avec un Compas au Trigone de la figure 3, planche 24, depuis le point A, ſur le raïon de l'Equateur, pour y tracer autant de perpendiculaires qui couperont les raïons des Signes; vous prendrez ſur ces perpendiculaires les diſtances depuis le raïon de l'Equateur juſqu'aux interſections des raïons des autres Signes, & les reporterez ſur les lignes horaires du Cadran, de côté & d'autre de la ligne équinoxiale.

Prenez, par exemple, au Trigone l'eſpace 6 69 ou ♈, & portez-le au Cadran ſur la ligne de 6 h. de part & d'autre du point D; faites-en de même pour les autres heures, & par les points que vous y aurez marquez tracez les lignes courbes, que repreſenteront les paralleles des Signes; ſçavoir, les Septentrionaux au-deſſous de la ligne équinoxiale, & les Meridionaux au-deſſus.

Les Arcs diurnes ſe tracent de la même façon.

Nous

Nous n'avons tracé que les deux Tropiques ſur ce Cadran, pour ne pas embaraſſer la figure.

Conſtruction d'un Cadran horiſontal avec les heures Italiques, Babyloniques, les Almucantarats & les Méridiens.

APrès avoir marqué ſur les Cadrans au Soleil les heures Aſtronomiques ou Françoiſes, avec les Arcs diurnes ou ceux des Signes, comme nous venons d'expliquer, on peut encore y repreſenter pluſieurs autres cercles de la Sphere, qui feront des choſes curieuſes & utiles, que l'extremité de l'ombre du ſtyle y marquera; comme ſont les heures Italienes & Babyloniennes, les Azimuths; les Almucantarats & les Méridiens des principales Villes de la Terre.

Les heures Italiques & Babyloniques ont pour premiere ligne l'horiſon, comme les heures Aſtronomiques ont pour commencement le Méridien. Les Italiens commencent à compter les heures lorſque le centre du Soleil touche l'horiſon en ſe couchant, & les Babyloniens lorſqu'il le touche en ſe levant.

La figure premiere de la planche 25, repreſente un Cadran horiſontal, ſur le quel on a tracé pluſieurs cercles de la Sphere, de la maniere que nous allons l'expliquer.

Méthode generale pour tracer ſur toutes ſortes de Cadrans les heures Italienes & Babyloniennes.

XXV. Planche. Fig. 1.

LEs heures Aſtronomiques étant tracées avec la ligne Equinoxiale & un Arc diurne ou un parallele du lever du Soleil à telle heure qu'on voudra, comme, par exemple, à 4 h. qui eſt le même que le Tropique d'Eté, pour 49 d. de latitude, vous trouverez par la méthode que nous allons enſeigner, deux points de chacune de ces lignes, un ſur la ligne Equinoxiale, & l'autre ſur le parallele tracé, par le moyen deſquels il ſera facile de marquer ces lignes horaires, parce qu étant les communes Sections des grands cercles de la Sphere avec le Plan du Cadran, elles s'y doivent repreſenter en lignes droites.

Voulant donc tracer la premiere heure Babylonique conſiderez que le le Soleil étant dans l'Equateur, il ſe leve à 6 heures, & qu'à 7 il y a une heure qu'il eſt levé; d'où il s'enſuit que cette premiere heure doit paſſer par le point où la ſeptiéme heure Aſtronomique

coupe

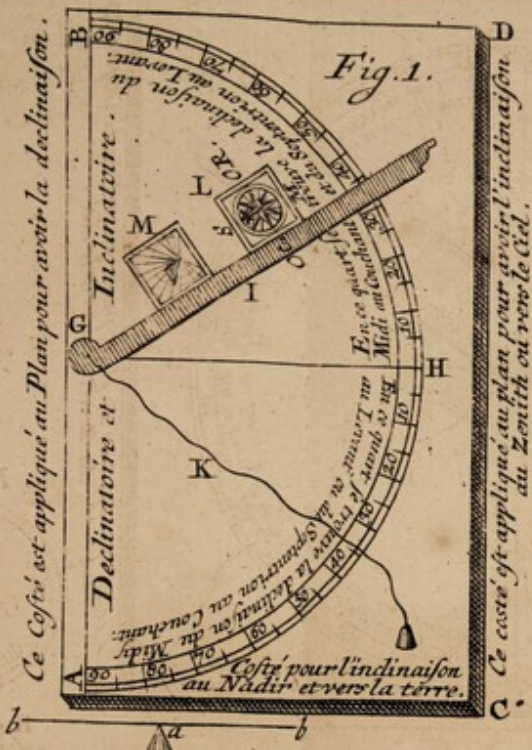


Fig. 1.
Ce Costé est appliqué au Plan pour avoir la declinaison.
Inclinatoire.
Declinatoire et
Costé pour l'indinaison au Nadir et vers la terre.
Ce costé est appliqué au plan pour avoir l'inclinaison au Zenith ou vers le Ciel.
A
B
C
D
G
H
I
K
L
M

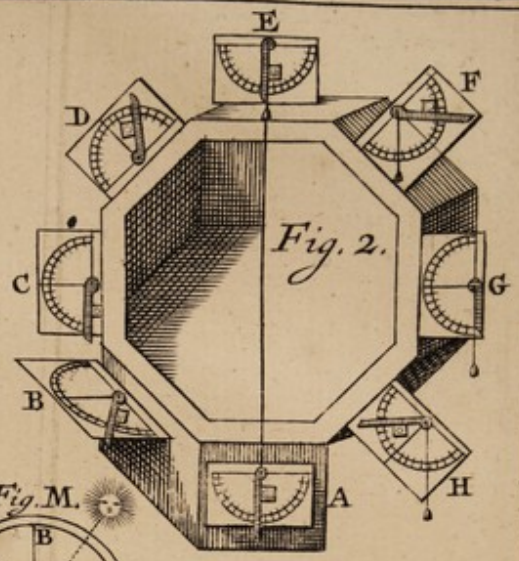


Fig. 2.
E
F
D
C
G
B
A
H

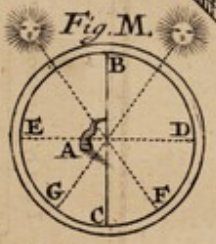


Fig. M.
B
E
D
A
G
F
C

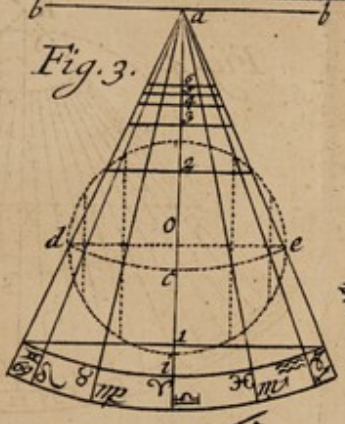


Fig. 3.
a
b
c
d
e
0
1
2
3

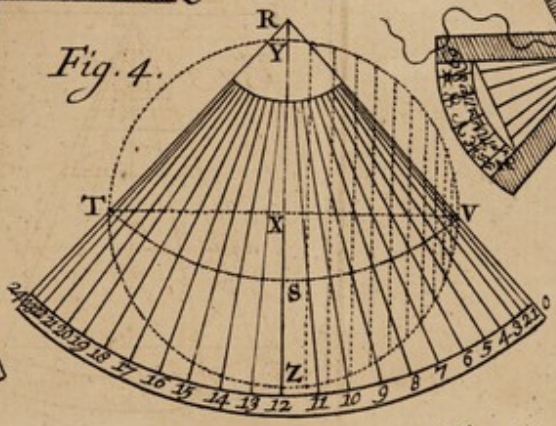


Fig. 4.
R
Y
T
V
X
S
Z

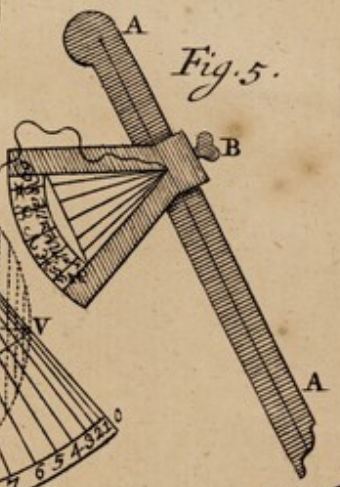


Fig. 5.
A
B
A

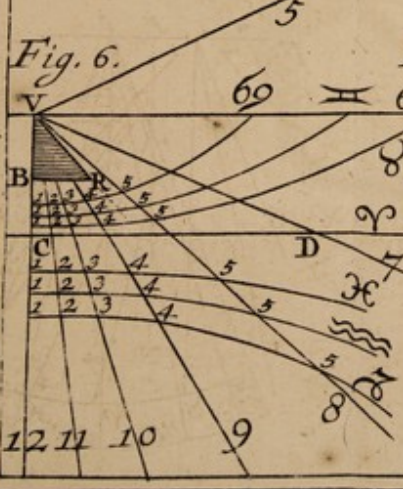


Fig. 6.
5
V
6
B
C
D
7
8
9
10
11
12

Fig. 7.
c
p
o
N

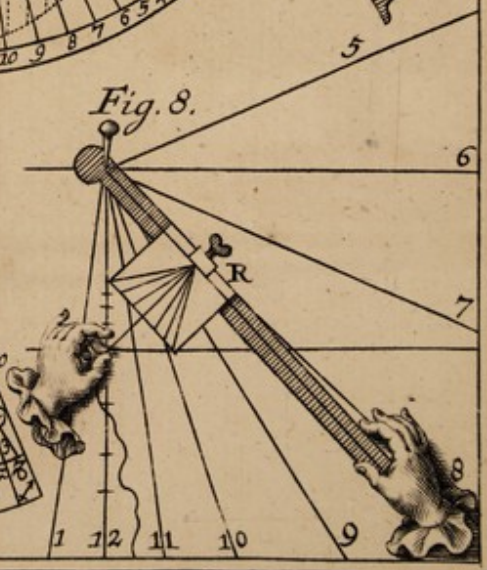
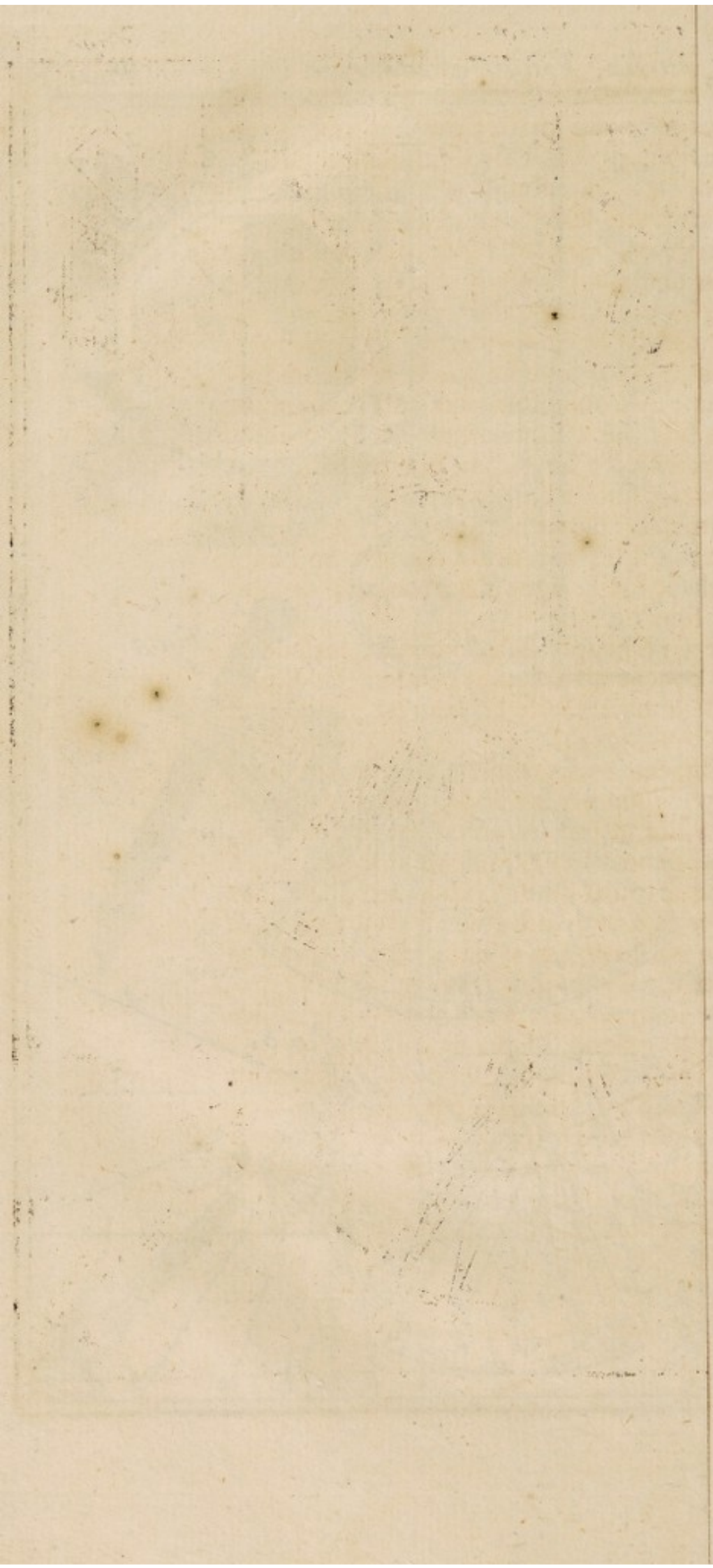


Fig. 8.
5
6
R
7
8
9
10
11
12



coupe l'Equinoxiale. La ſeconde heure paſſera par l'interſection de 8 heures du matin ; la troiſiéme, par celle de 9, & ainſi de ſuite.

Mais quand le Soleil ſe leve à 4 h. le point de 5 h. ſur le parallele de 69, eſt celui de la premiere heure Babylonique, le point de 6 eſt pour la ſeconde heure ; celui de 7, pour la 3^me^, & ainſi des autres. Mettez donc une Regle ſur le point d'interſection de 5 heures au Tropique du Cancer, & ſur le point d'interſection de 7 h. en l'Equinoxiale, & par ces deux points tracez la premiere heure Babyloniene ; continuant de même, vous trouverez que la 8^me^ heure paſſera par le point de 12 heures Aſtronomiques ſur ce Tropique, & par celui de 2 heures après midi ſur l'Equinoxiale ; & que la quinziéme heure paſſera par le point de 7 heures du ſoir ſur ledit Tropique, & par celui de 5 heures ſur l'Equinoxiale.

Il eſt facile de tracer toutes ces lignes horaires, lorſqu'on en a une, parce qu'elles ſe ſuivent toutes par ordre d'heure en heure Aſtronomique ſur le parallele & ſur la ligne Equinoxiale, comme il eſt aiſé de voir par ladite figure.

Enfin le Soleil ſe couche à 16 heures Babylonienes, lorſque le jour eſt de 16 heures, il ſe couche à 12 heures pendant les Equinoxes, & à 8 heures, lorſque la nuit eſt de 16 heures, puiſqu'il ſe leve toûjours à 24 heures.

Il faut faire à peu près le même raiſonnement pour marquer les heures Italienes. Ou compte toûjours 24 heures quand le Soleil ſe couche ; c'eſt pourquoi en Eté quand les nuits ſont de 8 heures, il ſe leve à 8 heures Italiques ; pendant les Equinoxes il ſe leve à 12 heures, & en Hyver, quand les nuits ſont de 16 heures, il ſe leve à 16 heures ; d'où s'enſuit que la 23^me^ heure Italiene doit paſſer par les points de 7 heures du ſoir au Tropique d'Eté, de 5 heures ſur l'Equinoxiale, & de 3 heures ſur Tropique d'Hyver. Il ſuffit d'avoir deux de ces points pour la tracer. La 22^me^ heure paſſe par les points de 6 heures du ſoir au Tropique d'Eté, de 4 heures ſur l'Equinoxiale, & de 2 heures ſur le Tropique d'Hyver. Continuant de même, on trouvera que la 18^me^ heure paſſe par les points de 12 heures équinoxiales ; c'eſt à-dire, que pendant les Equinoxes il eſt midi à 18 heures, au lieu qu'au Solſtice d'Eté il eſt midi à 16 heures, & pendant le Solſtice d'Hyver à 20 heures dans les Païs qui ont 49 degrez de latitude, comme on voit dans les Tables ci-après.

Tables pour trouver les heures Babyloniques & Italiques.

Heures Babyloniques		1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16.
paſſent	69	5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8.
en l'arc	♈ par	7. 8. 9. 10. 11. 12. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.
de	♌	9. 10. 11. 12. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.

Heures Italiques.		23. 22. 21. 20. 19. 18. 17. 16. 15. 14. 13. 12. 11. 10. 9. 8.
paſſent	69	7. 6. 5. 4. 3. 2. 1. 12. 11. 10. 9. 8. 7. 6. 5. 4.
en l'arc	♈ par	5. 4. 3. 2. 1. 12. 11. 10. 9. 8. 7. 6. 5. 4. 3. 2.
de	♌	3. 2. 1. 12. 11. 10. 9. 8. 7. 6. 5. 4. 3. 2. 1. 12.

Par les heures Italienes on voit dans combien de tems le Soleil ſe doit coucher, en ôtant l'heure preſente du nombre 24; & par les heures Babylonienes on voit combien il y a de tems qu'il eſt levé.

Maniere de tracer les Almucantarats & les Azimuths.

XXV. planche. Fig. 1.

LEs Almucantarats, ou Cercles de hauteur, ſe repreſentent ſur l'horiſontal par des cercles concentriques, & les Azimuths par des lig. droites qui aboutiſſent au pied du ſtyle B, lequel repreſente le Zétith, & qui eſt le centre commun de tous les Almucantarats.

C'eſt pourquoi il n'y a qu'à diviſer en degrez la Méridiene B XII, du bout du ſtyle C, comme centre. Les tangentes des arcs ſeront les demi-diametres des Almucantarats qui ſe termineront aux deux Tropiques. Pour avoir ces tangentes on peut ſe ſervir d'un quart de cercle diviſé comme celui de la figure 2. Pour cet effet portez la longueur du ſtyle CB de A en H, & tirez la ligne HI, ſur laquelle vous prendrez avec un Compas les diſtances, & les porterez ſur la ligne B XII, en ſorte que le 90 me degré réponde au point B. Mais comme ce Cadran eſt fait pour 49 deg. de latitude, & que par conſequent le Soleil ne peut s'élever ſur cet horiſon que de 64 deg. 30 min. il ſuffira de marquer cette plus grande hauteur du Soleil, qui ſe terminera au Tropique d'Eté.

Enſuite ſi l'on diviſe un de ces cercles de hauteur de 10 en 10 degrez, en commençant depuis la Méridiene B XII, qui eſt le 90 me Azimuth, & que par ces points de diviſion on tire au pied du ſtyle B autant de lignes droites, on aura la repreſentation des Azimuths

ou

ou cercles verticaux. Nous ne les avons point marquez ſur ce Cadran pour éviter la confuſion, mais il eſt facile de les concevoir.

Par les Almucantarats on connoît à toute heure la hauteur du Soleil ſur l'horiſon; & par les Azimuths on connoît en quel Azimuth ou cercle vertical il ſe trouve; cela ſe voit en remarquant l'endroit où l'extremité de l'ombre du ſtyle droit donne ſur le cercle de hauteur & ſur la ligne de l'Azimuth.

Méthode pour marquer les Méridiens ou cercles de longitude terreſtre, ſur le Cadran horiſontal.

DU point D, centre diviſeur de la ligne Equinoxiale, tracez une circonference de cercle & la diviſez en 360 parties égales ou degrez, ou ſeulement en 36 parties pour y marquer les degrez de 10 en 10. De la ligne de Midi, qui repreſente le Méridien du lieu pour lequel eſt conſtruit le Cadran, comme, par exemple, de Paris, comptez vers Occident 20 deg. pour ſa longitude ou diſtance du premier Méridien qui paſſe par le point G; ſur lequel ayant écrit 360 deg. vous prolongerez la ligne GD juſqu'en E, ſur l'Equinoxial; enſuite du centre A, & par E tracez le premier Méridien qui eſt l'Iſle de Fer, & ainſi des autres; mais il vous ſera plus facile en marquant d'Occident vers Orient les Méridiens ou cercles de longitude de 5 en 5 deg ou de 10 en 10, & y placerez les principales Villes dont les longitudes vous ſont connuës; comme, par exemple, Rome, à 10 deg. & demi plus Orientale que Paris, Vienne en Autriche, à 15 deg. plus Orientale que ladite Ville de Paris, & ainſi des autres Villes conſiderables dont vous connoîtrez la difference des Méridiens à celui de Paris, par le moyen d'un bon Globe ou par une bonne Carte de Géographie, conſtruite ſur les Obſervations exactes de Meſſieurs de l'Académie Roïale des Sciences. Fig. 1.

Son uſage eſt, qu'à tout moment que le Soleil luira ſur vôtre Cadran, vous connoîtrez quelle heure il eſt en tous les lieux marquez ſur les Méridiens, en ajoûtant à l'heure de Paris, pour lequel eſt fait ce Cadran, autant d'heures qu'il y a de fois 15 deg. de difference, & 4 min. d'heure pour chaque degré.

Par exemple, quand ce Cadran marquera midi à Paris, il ſera une heure à Vienne en Autriche, puiſque cette Ville eſt plus Orientale que Paris de 15 deg. & par conſequent reçoit la lumiere du Soleil plûtôt que Paris.

Il ſera 42 minutes après midi à Rome, puiſqu'elle eſt 10. d. & demi à l'Orient de Paris, & ainſi des autres. Cette ligne de lon-

gitude repreſente les Méridiens des lieux qui leur ſont attribuez, en ſorte que quand l'ombre du ſtyle ou axe donne ſur quelques-unes de ces villes, c'eſt une marque qu'il y eſt midi.

CHAPITRE IV.

Contenant la Conſtruction & les Uſages des Inſtrumens propres à tracer les Cadrans ſur les differens Plans.

LA figure 2 de la planche 25^me^, eſt un quart de cercle diviſé en ſes 90 deg. ſa grandeur eſt à volonté. Il ſe fait ſur une plaque de cuivre ou d'autre matiere ſolide.

Fig. 2. Il peut ſervir à trouver la longueur des tangentes, & par ce moïen à diviſer en degrez une ligne droite, comme nous avons fait ſur la Méridiene du Cadran horiſontal, fig. 1. de cette même planche, pour y marquer les raïons des Almucantarats ou cercles de hauteur.

On y peut pareillement trouver les diviſions des heures ſur la ligne Equinoxiale des Cadrans reguliers, & même des Cadrans déclinans, dont la ſouſtylaire ſe rencontre ſur une heure complete, en portant du centre A juſqu'en H ou en D, la longueur du raïon de l'Equateur, & tirant une ligne droite comme HI ou LM, parallele au raïon extérieur du quart de cercle AC; car par exemple, la diſtance L 1 h. ou 11 h. qui repond à 15 d. de la diviſion du quart de cercle, ſera tangente de la premiere heure comptée depuis la Méridiene ou ſouſtylaire du Cadran; c'eſt pourquoi étant portée ſur la ligne équinoxiale, dont je ſuppoſe que AE eſt le raïon, elle y déterminera le point par où doit paſſer cette ligne horaire. L 2, qui répond à 30 d. de la circonference du quart de cercle, ſera la tangente de la 2^me^ heure. L 3, qui répond à 45 d. ſera la tangente de la 3^me^ heure, & ainſi des autres; ou bien par ce moyen on a déja 3 h. de ſuite de chaque côté de la Méridiene ou ſouſtylaire; ce qui fait en tout ſix eſpaces d'heures de ſuite, & qui peut ſuffire pour trouver toutes les autres lignes horaires du Cadran, en ſuivant la méthode que nous avons expliquée ci-devant en parlant des Cadrans déclinans, & qui peut s'appliquer de même à tous les Cadrans reguliers, comme eſt un horiſontal, ſur lequel ayant ſix intervalles d'heure de ſuite, comme ſeroit, par exemple, depuis 9 du matin, juſqu'à 3 h. après midi; on pourra par cette même méthode trouver toutes les autres heures du Cadran, comme les heures de 7 & 8 h. du matin, 4 & 5 h. du ſoir, que l'on a quelquefois peine à mar-

marquer ſur la ligne équinoxiale du Cadran, principalement les points de 5 & de 7 h. à cauſe de la longueur de leurs tangentes.

Les lignes horaires trouvées par cette méthode, que nous ne repeterons pas ici, pourront ſervir à en trouver d'autres, & celles qui ſont trouvées étant prolongées au-delà du centre donneront leurs oppoſées.

Ce même quart de cercle peut encore ſervir de Cadran portatif, parce que les heures s'y peuvent tracer par le moyen d'un Table des hauteurs du Soleil ſur l'horiſon du lieu pour lequel on veut le conſtruire, comme nous l'expliquerons au Chapitre ſuivant.

Conſtruction de l'Horiſontal mobile.

CEt Inſtrument eſt compoſé de deux plaques de cuivre ou autre matiere ſolide, bien droites & bien unies, appliquées l'une ſur l'autre & jointes enſemble par le moyen d'un clou rond mis au centre A. La piece de deſſous eſt quarrée, ayant 6 à 8 pouces de chaque côté; elle eſt diviſée en deux fois 90 deg. pour ſervir à connoître la déclinaiſon des Plans. La piece de deſſus eſt ronde avec un petit index joint à la ligne de midi, qui marque ſur le degré la déclinaiſon des Plans; elle eſt environ de 4 lignes plus petite de chaque côté que la plaque quarrée qui eſt deſſous. Fig. 52.

Il y a un Cadran horiſontal tracé du centre A, ſur la platine ſupérieure pour l'élevation du Pole du lieu où l'on veut s'en ſervir. L'Axe B eſt ajuſté de maniere que ſa pointe aboutiſſe au centre ou l'on fait un petit trou pour y paſſer une ſoie. On y joint une Bouſſole D, avec ſon éguille aimantée, couverte d'un verre pour la garantir des injures du temps, & dans le fonds de la Bouſſole on trace une ligne qui marque la déclinaiſon de l'aiman.

Uſage du Cadran horiſontal mobile.

CEt Inſtrument ſert à tracer des Cadrans au Soleil ſur toute ſorte de Plans, de telle ſituation qu'ils puiſſent être, comme déclinans, inclinez, ou l'un & l'autre tout enſemble, en la maniere qui ſuit.

Tracez ſur le Plan propoſé une ligne horiſontale ou de niveau, & mettez le long de cette ligne le côté du quadre où eſt écrit, *Côté appliqué au Mur*, tournez le Cadran horiſontal tant que l'éguille aimantée s'arrête ſur ſa ligne de déclinaiſon; étendez la ſoie au long de l'Axe, juſqu'à ce quelle rencontre le Plan en un point qui ſera le centre du Cadran. Etendez enſuite la ſoie ſur toutes les li-

gnes horaires que le Plan pourra recevoir, & marquez autant de points ſur la ligne de niveau, par leſquels vous conduirez du centre les lignes des heures, y marquant les mêmes chifres qu'à celles du Cadran horiſontal. Si le Cadran eſt vertical, ſans inclinaiſon, la ligne de 12 heures ſera perpendiculaire ſur la ligne horiſontale du Plan, en la faiſant tomber du centre du Cadran par le moyen d'un fil avec ſon plomb.

La ſouſtylaire ſe tracera par le centre & par un point de l'angle droit d'un côté d'Equerre miſe ſur la ligne de niveau, l'autre côté touchant l'Axe. Cette diſtance du côté de l'Equerre poſée au Mur juſqu'à l'axe, eſt la longueur du ſtyle droit, lequel étant couché au même lieu à angles droits ſur la ſouſtylaire, vous tirerez du centre par ſon extemité, l'axe, que vous formerez ſur le Plan par le moyen d'une verge de fer, parallele à la ſituation de la ſoie étenduë le long de l'axe du Cadran horiſontal, & ſoutenuë par quelque appui planté dans le Mur perpendiculairement à la ſouſtylaire.

Si l'on ne vouloit qu'un ſtyle droit, on choiſira ſur la ſouſtylaire un point éloigné du centre à proportion de la grandeur du Cadran, pour y planter une verge de fer perpendiculaire; mais il faut que ſa pointe ne paſſe pas la ſoie tenduë le long de l'Axe.

Enfin vous donnerez à vôtre Cadran telle figure que vous jugerez à propos, & prolongerez les lignes horaires autant qu'il ſera beſoin, ſuivant la grandeur de vôtre Plan.

On peut éloigner l'inſtrument du Mur pour y tracer de grands Cadrans, mais il faut qu'il ſoit toûjours poſé bien parallelement & de niveau.

Pour les Cadrans, Septentrionaux, ayant trouvé la déclinaiſon du Plan, comme, par exemple, de 45 deg. du Septentrion à l'Occident, placez l'index du Cadran ſur la déclinaiſon oppoſée, c'eſt-à-dire du Midi à l'Orient; renverſez enſuite l'inſtrument ſens deſſus deſſous; étendez la ſoie le long de l'Axe pour avoir le centre en bas au-deſſous de la ligne horiſontale, ſur laquelle ayant marqué les points des heures, vous les prolongerez juſqu'au centre, & ferez le reſte comme nous venons de dire; la ligne de midi ſera celle de minuit.

Conſtruction du Sciaterre.

Fig. 4. L'Inſtrument repreſenté par la figure 4, ſe nomme Sciaterre. Il eſt compoſé d'un cercle Equinoxial A, fait de cuivre ou de quelque autre matiere ſolide, monté ſur un Quart de cercle B. Le point

point de Midi de l'Equinoxial eſt attaché à un des bouts du Quart de cercle, & une petite broche d'acier ronde d'une à 2 lignes de diametre, qui ſert d'axe & paſſe par le centre de l'Equinoxial, tient à l'autre extremité du Quart de cercle, de telle ſorte que l'Equinoxial & le Quart de cercle ſont fixement attachez enſemble à angles droits. Le Quart de cercle eſt diviſé en 90 d. & le Cercle Equinoxial en heures & demi-heures par les méthodes expliquées ci-devant. La piece G eſt d'une épaiſſeur convenable pour contenir par le haut une couliſſe qui entre des deux côtez dans une rainure qui eſt au bord extérieur du Quart de cercle, pour hauſſer ou baiſſer l'Equinoxial ſuivant la hauteur du Pole. La petite Boule eſt attachée au bout d'une ſoie, arrêtée au haut d'une ligne perpendiculaire, pour placer la machine à plomb par le moyen du genoüil H, qui tient à la piece G, ſervant à tourner l'Inſtrument en tout ſens. Le genoüil eſt rivé à une branche, dont le bout eſt d'acier, que l'on enfonce dans le Mur pour tenir ferme toute la Machine, quand on veut la mettre en uſage.

Le trigone de Signes D, eſt paſſé dans l'axe, & tourne autour du Cadran par le moyen d'une virolle. Il y a une ſoie attachée au ſommet du Trigone, & une autre au centre du Cadran. On ne place le Trigone que quand on veut tracer les Arcs des Signes ſur les Cadrans.

Uſage du Sciaterre.

IL faut d'abord enfoncer dans le Mur la pointe d'acier attachée au pied de l'Inſtrument, à l'endroit où l'on veut faire un Cadran, & mettre le degré de l'élevation du Pole du lieu du Quart de cercle, vis-à-vis d'un trait à plomb marqué ſur la couliſſe.

Il faut auſſi avoir une Bouſſole quarrée, que vous poſerez au long du Plan du Quart de cercle, & vous tournerez la Machine juſqu'à ce que l'éguille aimantée ſoit arrêtée juſtement ſur la ligne de déclinaiſon, ou bien ſans Bouſſole, ſi le Soleil luit, & que vous ſçachiez l'heure qu'il eſt, tournez la Machine de ſorte que l'Axe qui traverſe l'Equinoxial, marque préciſément l'heure ſur le cercle des heures. L'Inſtrument étant ainſi diſpoſé, étendez la ſoie E, qui part du centre, tout le long de l'axe juſqu'à la rencontre du Plan propoſé, pour y marquer un point qui ſera le centre du Cadran; puis raſant les heures l'une après l'autre avec la même ſoie, prolongée juſqu'au Mur, marquez-y autant de points que vous pourrez, & par ces points, tracez les lignes horaires juſqu'au centre du Cadran, où

el-

elles ſe doivent rencontrer. Donnez telle figure qu'il vous plaira à ce Cadran, & placez-y les mêmes chifres que ceux des heures de l'Equinoxial.

Le ſtyle ſe poſera de la maniere qui vient d'être expliquée en parlant de l'horiſontal mobile.

Pour tracer les Arcs des Signes ou les Arcs Diurnes, faites entrer l'axe dans la virolle qui eſt à l'extremité du Trigone, que vous ferez tourner ſur toutes les heures, en l'arrêtant avec la vis l'une après l'autre, puis étendant la ſoie F le long des lignes qui appartiennent à chaque Signe pour marquer autant de points ſur chaque ligne horaire du Mur; enſuite vous tracerez des lignes courbes de points en points, qui formeront les Arcs des Signes, & y marquerez les caracteres convenables.

On peut encore tracer les arcs des Signes de cette maniere: l'Axe du Cadran étant bien affermi, choiſiſſez un point ſur ledit Axe pour l'extremité du ſtyle droit, qui repreſente le centre de la Terre; faites entrer cet Axe dans la virolle de vôtre Trigone, en ſorte que l'extremité du ſtyle droit convienne exactement avec le ſommet du Trigone qui repreſente le centre de l'Equateur & du Monde, & ayant arrêté le Trigone par le moyen de la vis qui preſſera ſur l'Axe, faites-le tourner de ſorte qu'un de ces Plans (car ils doivent être marquez également) ſe trouve exactement ſur les lignes horaires; étendez la ſoie F le long des raïons des Signes du Trigone, & marquez autant de points ſur chaque ligne horaire l'une après l'autre; joignez ces points par des lignes courbes qui repreſenteront les Arcs des Signes. Enfin vous mettrez un bouton ou un petit Soleil à ce point de l'Axe, lequel par ſon ombre marquera ſur le Cadran les paralleles des Signes ou des Arcs Diurnes, pendant que l'Axe entier fera ombre ſur les lignes des heures.

S'il s'agit de tracer un Cadran Septentrional, faites la même choſe, excepté que l'operation ſe fera en deſſous, afin que le centre ſoit en bas.

On fait les mêmes operations pour tracer les Cadrans ſur les Plans inclinez & déclinans.

Conſtruction du Sciaterre du P. Pardies.

Fig. 5. CEt Inſtrument eſt de l'invention du P. Pardies Jéſuite. Il ſe fait de cuivre ou autre matiere ſolide, d'une grandeur arbitraire. Il eſt compoſé de quatre principales pieces; la premiere eſt une plaque quarrée bien dreſſée, marquée D, qu'on nomme Plan ho-

horiſontal, parce que dans l'uſage il doit être mis horiſontalement ou à niveau.

Au milieu de ce Plan il y a un trou rond, dans lequel eſt un pivot à l'endroit marqué E, ſur lequel doit tourner la ſeconde piece, que l'on nomme Plan Méridional, de ſorte qu'il demeure toûjours à angles droits avec le Plan horiſontal. Au côté & ſur l'épaiſſeur du Plan Méridional il y a un plomb ſuſpendu en C, qui ſert à placer l'Inſtrument à niveau. Le haut de cette piece eſt taillé en Quart de cercle concave, qui ſe diviſe de chaque côté en 90 d. commençant à la perpendiculaire qui répond au milieu du pivot. Cette piece eſt fenduë par le milieu de ſon épaiſſeur pour recevoir la 3^{me} piece, qui eſt un demi cercle où il y a une piece qui le déborde, pour entrer dans la fente du Quart de cercle, & qui par ce moyen l'engage dans le Quart de cercle, avec lequel il fait le même Plan Méridional, de maniere qu'il peut tourner, en s'inclinant ou ſe dreſſant tant que l'on veut, ſelon les differentes élevations de Pole. Le diametre de ce demi-cercle s'appelle l'Axe, & ſon centre s'appelle ſimplement le Centre de l'Inſtrument, comme le filet qui en ſort s'appelle le Filet du centre.

La 4^{me} piece marquée A, eſt un cercle de même matiere, bien dreſſé & de bien égale épaiſſeur; il eſt diviſé en 24 parties égales de côté & d'autre pour les 24 h. du jour, dont chacune ſe peut ſubdiviſer en 2 ou en 4, comme étant un Cadran équinoxial. Ce Cercle eſt tellement engagé avec le demi-cercle par des entailles faites à moitié dans l'un & moitié dans l'autre, qu'il fait toûjours avec lui des angles droits en toutes ſes differentes ſituations; l'une des faces de ce cercle ſe nomme ſupérieure, & l'autre inférieure.

On trace de part & d'autre ſur le demi-cercle le Trigone des Signes, dont le ſommet eſt le point A, extremité du diametre du cercle Equinoxial, de la maniere que nous avons ci-devant expliquée. En marquant ſur les raïons les caracteres des Signes, & diviſant par la même méthode chaque eſpace en trois, on y pourra graver les premieres Lettres des mois dans les places qui leur conviennent à peu près en ſuppoſant que l'entrée du Soleil en chaque Signe ſe fait le 20^{me} jour des mois. On en met 6 ſur le côté Oriental, & 6 ſur l'Occidental, car chaque ligne eſt toûjours pour deux Signes. Le Tropique de l'Ecreviſſe ſe marque en bas, & celui du Capricorne en haut, de même que ſur les Cadrans verticaux. Nous ne parlons pas de la maniere de tracer les heures, les degrez, ni les Signes, étant la même que nous avons expliquée ci-devant.

Uſage de cette Machine.

APrès avoir mis les points de ♈ & ♎ du demi-cercle & le Plan du cercle Equinoxial ſur le degré de l'élevation du Pole du Païs où l'on veut faire le Cadran, placez la Machine ſur un Plan ſtable & horiſontal, vis-à-vis du Mur ou autre ſurface preparée pour y tracer un Cadran.

Tournez-la de ſorte que l'ombre du bord du Cercle équinoxial rencontre ſur l'axe le jour du mois ou le degré du Signe où eſt pour lors le Soleil; cela étant, l'ombre du diametre du demi-cercle qui ſert d'axe; marquera l'heure preſente, & toute la Machine ſera bien ſituée. Le Plan Méridional répondra au Méridien du Ciel; le Cercle équinoxial ſera parallele à l'Equateur de la Sphere celeſte, & l'Axe du Cadran à l'Axe du Monde.

Tendez la ſoie qui part du centre le long de l'Axe juſqu'au rencontre du Mur, ſoit en haut vers le Pole Arctique, ſoit en bas vers l'Antarctique. Le point où le filet rencontrera le mur ſera le centre du Cadran. Ce filet ainſi tendu marquera la poſition du ſtyle ou axe, car ſi l'on met une verge de fer au même endroit & dans la même ſituation, elle marquera les heures tout le long de ſon ombre. Si on ne veut mettre qu'un ſtyle droit, il n'y aura qu'à planter une verge dans le mur, dont le bout vienne toucher la ſoie tenduë au long de l'axe. On peut donner à cette verge la figure que l'on voudra, comme d'un Serpent ou d'un Oiſeau, pourvû que l'extremité de ſon bec rencontre ladite ſoie; & de cette maniere l'heure ne ſera marquée que par le bout de l'ombre.

Pour marquer les heures, étendez le filet du centre ſur le Plan du Cercle équinoxial, tout au long des lignes horaires, l'une après l'autre, juſqu'au rencontre du Mur, & marquez-y autant de points; tirez enſuite des lignes du centre par ces points, & vous aurez les lignes des heures.

On pourroit encore marquer les heures pendant la nuit par la lumiere d'un flambeau ou d'une bougie. Le filet du centre étant étendu au long de l'Axe & attaché au mur, tournez le flambeau de ſorte que l'ombre de l'axe marque l'heure ſur le Cercle équinoxial; alors l'ombre du même Axe ou du filet tendu marquera ſur le mur la même heure, & il ne faut que paſſer le craïon tout le long de cet ombre pour marquer la ligne horaire. Changez enſuite le flambeau de place, afin que l'ombre du filet marque une autre heure que vous tracerez de même, & ainſi de toutes les autres. Cette maniere eſt

très-

Fig. 1.

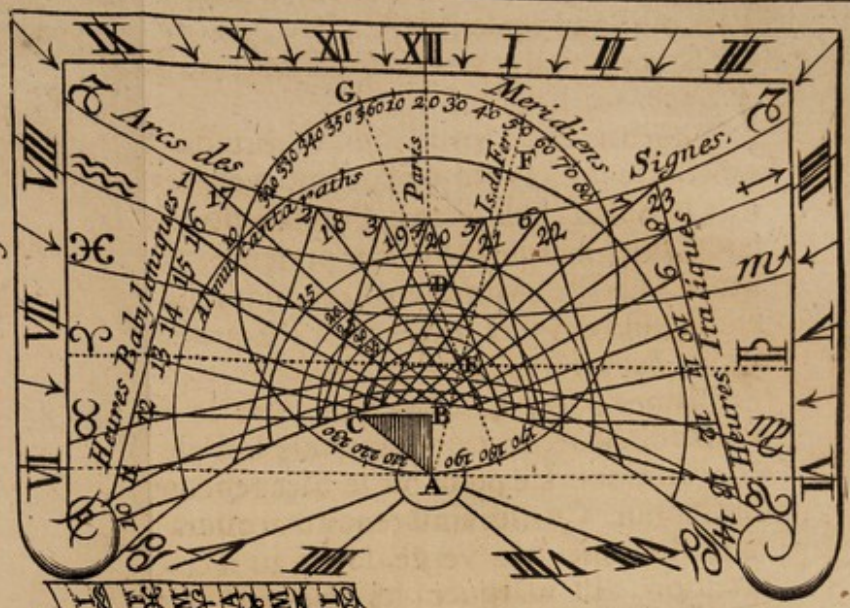


Fig. 2.

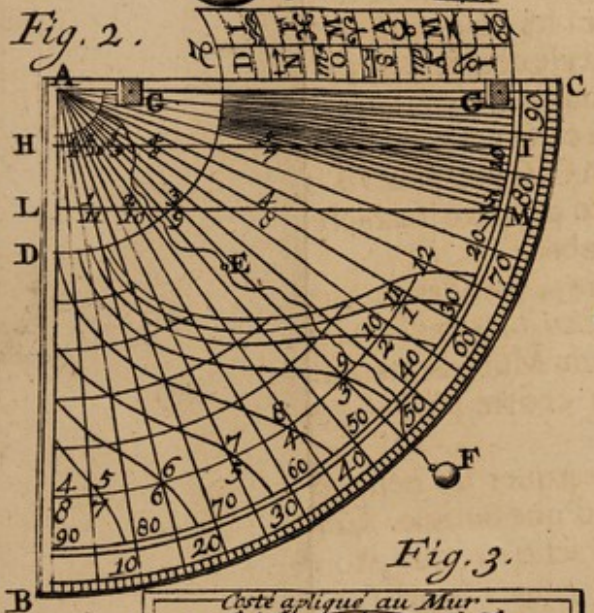


Fig. 3.

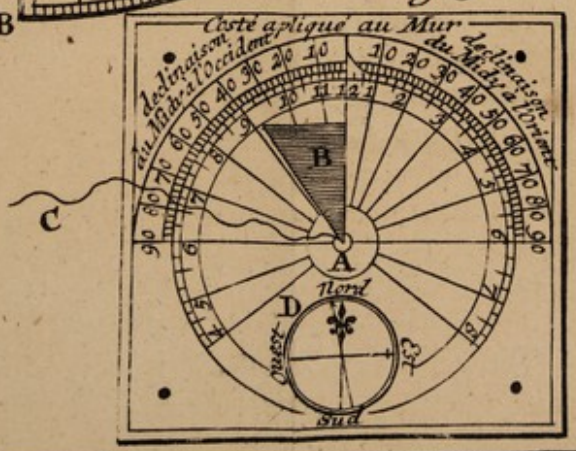


Fig. 4.

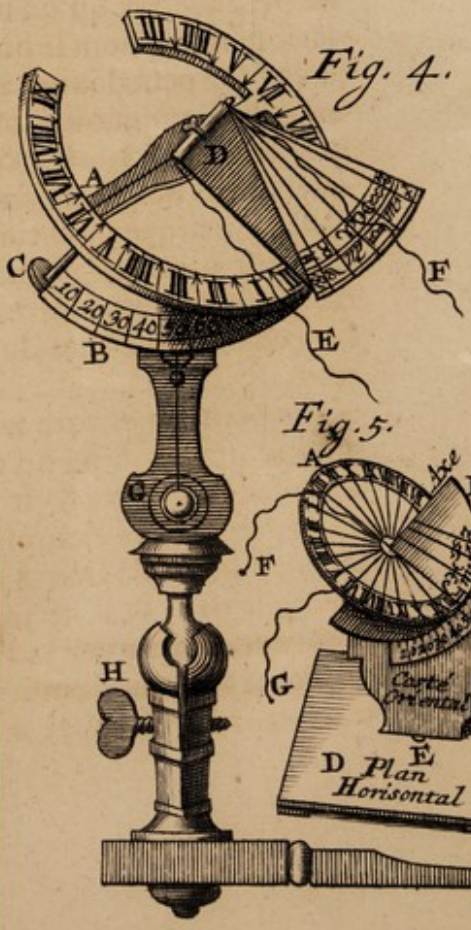
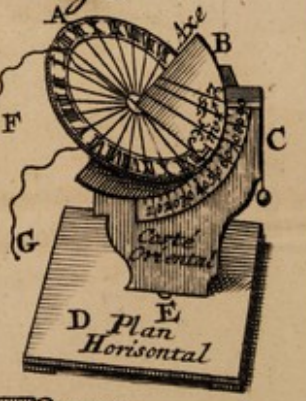


Fig. 5.



très-bonne, particulierement lorſque le Plan n'eſt pas plat & uni, ou que le centre du Cadran eſt trop éloigné.

Il eſt à remarquer que l'ombre de l'Axe marque les heures ſur le Cadran ſupérieur, depuis le 20 de Mars juſqu'au 22 de Septembre, & ſur l'inférieur pendant les autres ſix mois. Il faut toûjours que la ſurface du cercle éclairée & dont on ſe doit ſervir, touche le centre du demi cercle ſans le couvrir.

CHAPITRE V.

De la Conſtruction & des Uſage des Cadrans portatifs.

Conſtruction du Globe.

CEtte figure repreſente un Globe ſur lequel ſont tracez les Méridiens ou cercles horaires. On en fait de differentes grandeurs; les grands ſont expoſez dans les Jardins, & ſe font de pierre ou de bois peint en huile; les petits ſe font de cuivre avec une Bouſſole, & peuvent être mis au rang des Cadrans portatifs. *XXVI. Planche. Fig. 1.*

Pour bien arrondir une boule, de quelque matiere que ce puiſſe être, il faut la mettre ſur le Tour, & la tourner ſur pluſieurs centres; c'eſt-à-dire, que l'ayant miſe ſur un Mandrin quarré on la tourne ſur un ſens, enſuite on change le Mandrin & on l'applique à l'autre diametre pour la tourner ſur l'autre ſens, & repetant cela deux ou trois fois, on aura une Boule parfaite; que l'on pourra examiner avec un Compas ſpherique.

Les groſſes Boules de pierre qu'on ne peut mettre ſur le Tour à cauſe de leur poids ſe font ainſi. Après les avoir dégroſſies au ciſeau ayez un demi-cercle concave de bois ou de cuivre de même diametre que la Boule propoſée à tailler; faites tourner le demi-cercle tout autour de la Boule, & ôtez avec une râpe tout ce qu'il y a de ſuperflu, juſqu'à ce que le demi-cercle joigne par tout & en tout ſens; & enſuite on l'adoucira avec de la ponce ou chien-de-mer, &c.

Le Globe étant ainſi bien arrondi & bien uni, il en faut prendre le diametre avec un Compas ſpherique, c'eſt-à-dire, qui ait les pointes courbes, l'ouvrant juſqu'à ce qu'il embraſſe exactement la plus grande groſſeur du Globe, & vous aurez ſon diametre repreſenté par la ligne AB, qui eſt diviſée en deux parties égales par le point d'interſection E, de la ligne verticale ZN, dont le point ſupérieur Z repréſente le Zénith, & le point inférieur N le Nadir. Ouvrez le Compas ſpherique, arrêtez une de ſes pointes en E, étendez l'autre juſqu'en A, & de cette ouverture tracez le cercle Méridien AZBN,

tracez de même du point Z, comme centre, le cercle AEB, qui repreſente l'horiſon : du point A, comptez vers C, ſur le Méridien la hauteur du Pole, comme ici de 49 d. du même point B, comptez au-deſſous de l'horiſon & ſur le Méridien les degrez du complément de l'élevation du Pole, qui eſt ici 41 d. afin d'y tracer l'Equateur, en mettant une pointe du Compas ſpherique ſur un des Poles C ou D, comme centre, & l'autre ſur le 60^{me} degré du Méridien.

Mettez pareillement une des pointes du Compas ſpherique ſur le 90^{me} d. du Méridien où il eſt coupé par l'Equateur, & de la même ouverture tracez le cercle de 6 h. paſſant par les Poles C & D; par ce moyen l'Equateur ſe trouvera partagé en 4 parties égales par le Méridien, & le cercle de 6 h. diviſez enſuite chacune de ces parties en 6, pour avoir les 24 h. du jour naturel, & par ces points de diviſion, comme centre, tenant le Compas toûjours ouvert d'un quart de cercle, vous tracerez les cercles horaires paſſans tous par les Poles du Monde. Si vous voulez les demi-heures ou les quarts, vous partagerez chaque eſpace en 2 ou en 4. Les chifres des heures ſe gravent autour de l'Equateur, 12 h. au point E, 6 h ſur le Méridien deſſus & deſſous, & les autres de ſuite en 2 fois 12.

Pour y marquer les paralleles des Signes, comptez depuis l'Equateur ſur le Méridien; de part & d'autre, la déclinaiſon de chaque Signe; ſuivant la Table marquée ci-devant, comme pour les 2 Tropiques, comptez depuis l'Equateur 23 d. 30 m. & des Poles C & D, comme centres, tracez autant de cercles autour du Globe. Pour les 2 cercles Polaires, vous les tracerez à 23 d. 30 m. des Poles, ou 66 d. 30 m. de l'Equateur.

Le Globe ainſi préparé doit être placé ſur un pied proportionné à ſa groſſeur dans un trou fait au Nadir marqué N, éloigné du Pole, du complément de ſon élevation; c'eſt-à-dire, en cet exemple de 41 d. arrêté fixement & orienté conformément à la Sphere du Monde, dans le lieu du Jardin où le Soleil luit plus long-tems.

Si c'eſt un petit Globe portatif, on place ſur ſon pied une petit Bouſſole pour l'orienter toutes les fois qu'on voudra s'en ſervir pour voir l'heure, que l'on y connoît ſans ſtyle, par l'ombre du Globe même car l'ombre ou la lumiere occupe toujours la moitié de ſa convexité, tant que le Soleil l'éclaire, comme ſi c'étoit le Globe de la Terre; & leur extremité marque l'heure, qui eſt la même en deux endroits oppoſez. Si de plus on deſſinoit ſur le Globe les differens Païs qui ſont ſur la ſurface de la Terre, avec les principales Villes, ſuivant leur longitude & latitude, on y verroit à chaque moment,

par

par la moitié du Globe illuminé, quels ſont les endroits de la Terre qui ſont éclairez du Soleil; & quels ſont ceux qui ſont dans l'obſcurité. L'extremité de l'ombre feroit connoître les Païs où le Soleil ſe leve ou ſe couche, ceux qui ont les longs jours & ceux qui ont les longues nuits; on y diſtingueroit vers les Poles les endroits qui ont une nuit perpetuelle, & ceux qui ont le jour ſans interruption. Le tout eſt aiſé à comprendre à ceux qui ont l'intelligence de la Sphere. Ce Cadran eſt le plus naturel de tous, puiſqu'il reſſemble à la Terre, & qu'il eſt éclairé comme elle.

On peut encore connoître l'heure ſur le Globe par le moyen d'un demi-cercle de cuivre mince, diviſé en deux fois 90 d. qu'on ajuſte par le moïen de deux petites virolles aux deux Poles ou aux deux extremitez de l'axe. Ce demi-cercle que l'on fait tourner avec la main autour du Globe, juſqu'à ce qu'il n'y faſſe qu'une ombre perpendiculaire, repreſente le cercle horaire où eſt pour lors le Soleil, & par conſequent indique l'heure preſente.

Ce demi-cercle étant tourné directement au Soleil, & ne faiſant point d'ombre à ſes côtez, montrera ſous ſon épaiſſeur tous les lieux de la Terre où il eſt midi.

Mais dans ce cas 12 h. doivent étre marquées ſur le Méridien, & 6 h. aux deux points où l'Equateur coupe l'horiſon. Ce qui fait qu'on met ordinairement deux rangs d'heures, comme la figure le marque.

Si l'on fait ſortir des Poles deux bouts d'Axe & que les heures ſoient marquées ſur les cercles Polaires, ils ſerviront auſſi à connoître l'heure; ſçavoir, le ſupérieur pendant les longs jours, & l'inférieur pendant les courts jours.

Il y a encore beaucoup d'autres uſages qui ſe peuvent pratiquer avec le Globe, dont nous ne parlerons point ici, les ayant ſuffiſamment expliquez dans le Livre qui traite de cette Matiere.

Je dirai ſeulement qu'on rend les petits Globes portatifs, univerſels, en y ajuſtant un Quart de cercle au deſſous pour faire couler le pied ſuivant l'élevation du Pole du lieu; cela eſt facile a entendre.

Conſtruction & uſage du demi-Cylindre concave & convexe.

CE Cadran ſe fait de differentes groſſeurs; les petits ſe font de cuivre, & les grands de pierre ou de bois. Il eſt fort curieux, en ce qu'il marque les heures ſans ſtyle. Sa juſteſſe conſiſte en ce qu'il ſoit bien arrondi & bien uni en-dedans comme en-dehors; c'eſt à quoi il faut bien s'appliquer pour le rendre regulier. Fig. 2.

Il eſt monté & attaché ſur ſon pied, & incliné comme l'Axe du Monde ſur l'horiſon & tourné droit au Midi, & par conſequent les lignes des heures & les vives arrêtes qui ſervent de ſtyle, ſont toutes paralleles à l'Axe du Monde. Le Cylindre convexe entier ſe diviſe en 24 parties égales, ou deux fois 12 h. par des lignes paralleles. Le demi-Cylindre concave faiſant un demi-cercle, ſe diviſe en 6 parties égales, qui ſervent depuis 6 h. du matin juſqu'à 6 h. du ſoir.

Le Soleil éclairant la moitié du Cylindre convexe, comme il éclaire la moitié du Globe, y marque l'heure par le défaut de lumiere, c'eſt-à-dire, par une ligne qui termine la lumiere & la ſépare de l'ombre.

Au Cylindre concave l'heure eſt marquée par une des vives arrêtes qui ſert d'Axe, de ſorte que le matin lorſque le Soleil eſt parvenu au cercle de 6 h. la vive arrête qui eſt du côté d'Orient, jette ſon ombre ſur l'arrête oppoſée, & y marque 6 h. & à meſure que le Soleil s'éleve ſur l'horiſon, l'ombre deſcend & marque l'heure; les heures du matin ſont marquées vers le haut du Cylindre, & celles d'après midi vers le bas. Lorſque le Soleil eſt arrivé au Méridien, il regarde en face le Cadran, & pour lors il n'y a point d'ombre; lorſque le Soleil deſcend vers la partie Occidentale, la vive arrête qui eſt du même côté, jette ſon ombre dans la partie oppoſée, & y marque les heures d'après midi juſqu'à 6 h. du ſoir ſur la partie inférieure du Cylindre. Si l'on veut les demi-heures & les quarts, il n'y a qu'à doubler les diviſions. Aux petits Cadrans on met une Bouſſole au pied pour les orienter.

Conſtruction & uſage du Cylindre vertical.

CEtte figure repreſente un Cadran vertical, tracé ſur la ſurface d'un Cylindre par le moyen de la Table des hauteurs du Soleil ſur l'horiſon à toutes les heures du jour, pour la latitude du lieu où l'on veut conſtruire le Cylindre, & de dix en dix degrez de chaque Signe.

La Table ci-jointe eſt calculée pour 49 degrez de latitude ou d'élevation de Pole, qui peut ſervir dans la conſtruction de ces Cadrans pour Paris, & pour les lieux qui ont même élevation, ou à peu près.

Table

Table des hauteurs du Soleil dans toutes les heures du jour pour la latitude de 49. d. & de 10 en 10 degrez de chaque Signe.

Heur.	XII.	XI. I.	X. II.	IX. III.	VIII. IIII.	VII. V.	VI. VI.	V. VII.
Signes	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.
30 ♋	64 30	61 56	55 19	46 35	37 1	27 10	17 30	8 21
20 10	64 9	61 33	55 1	46 18	36 42	26 54	17 10	8 4
10 20	63 2	60 31	54 4	45 28	3 5	26 6	16 20	7 12
♊ ♌	61 12	58 49	52 34	44 7	34 39	24 50	16 6	5 50
20 10	58 48	56 30	50 29	42 14	32 53	23 6	13 20	3 57
10 20	55 52	53 42	47 57	39 55	30 41	20 57	11 11	1 40
♉ ♍	52 30	50 30	45 1	37 14	28 10	18 28	8 40	
20 10	48 51	46 48	41 44	34 13	25 19	15 43	5 54	
10 20	44 58	43 12	38 15	31 0	22 18	12 48	2 59	
♈ ♎	41 0	39 20	34 37	27 38	19 9	9 47		
20 10	37 2	35 26	30 58	24 15	15 58	6 42		
10 20	33 9	31 40	27 24	20 55	12 51	3 44		
)(♏	29 30	28 4	23 58	17 42	9 50	0 54		
20 10	26 8	24 46	20 51	14 45	7 6			
10 20	23 12	21 52	18 5	12 12	4 43			
♒ ♐	20 48	19 30	15 48	10 3	2 42			
20 10	18 48	17 44	14 9	8 27	1 13			
10 20	17 52	16 38	13 3	7 27	0 19			
♑ 30	17 30	15 15	12 42	7 8				

Nous allons donner la Conſtruction de ce Cadran ſur un Plan développé, qui eſt la ſurface convexe du Cylindre. La même choſe ſe peut faire ſur le Cylindre même en traçant les lignes ſur le corps rond, de même que ſi c'étoit ſur un Plan.

SUr une plaque de cuivre ou ſur une feüille de papier ou carton décrivez le Parallelograme rectangle ABCD, dont la largeur AB ou CD eſt à peu près égale à la circonference du Cylindre; prolongez la ligne AB, pour y marquer la longueur du ſtyle AE, qui détermine la hauteur du Cylindre. Du point E, comme centre & pour raïon EA, faites un arc égal à la hauteur du Soleil à midi, dans Fig. 3.

le

le plus long jour d'Eté. Tirez la ligne occulte ED, qui donnera la hauteur du Cylindre AD ; mais ſi cette longueur étoit donnée, pour déterminer la longueur du ſtyle, du point D, comme centre, faites ſur AD un arc égal au complément de la plus grande hauteur Méridiene du Soleil ſur l'horiſon du lieu propoſé. Si cette plus grande hauteur eſt de 64 d. 30 m. ſon complément ſera 25 d. 30 m. tirez la ligne occulte DE, qui déterminera la longueur du ſtyle FA, proportionnée à la hauteur du Cylindre.

Diviſez enſuite l'arc AF en degrez & minutes, & du point E tirez des lignes occultes par tous les degrez de l'arc de cercle, juſqu'à la ligne AD, pour en faire l'échelle des hauteurs, qui contient les tangentes de tous ces arcs, & ſe peut encore marquer par les nombres qui leur conviennent dans les Tables des Sinus imprimées, en ſuppoſant le raïon AE de 100 parties égales ou de 1000, ſelon la grandeur du Cylindre.

Les choſes étant ainſi preparées, diviſez la largeur ABCD en 6 parties égales pour les 12 Signes ; par chaque point de diviſion tirez autant de lignes paralleles, qui repreſenteront les commencemens des Signes du Zodiaque ; ſubdiviſez encore chaque eſpace en 3 parties égales, afin d'y pouvoir marquer les degrez de 10 en 10, & par même moyen les commencemens des mois, parce qu'en ces ſortes de Cadrans il n'y a pas d'erreur ſenſible à fixer l'entrée du Soleil en chaque Signe au 20 de chaque mois.

Pour marquer les points des heures ſur toutes ces lignes l'une après l'autre, ſervez-vous de la Table des hauteurs du Soleil ſur l'horiſon du lieu ; comme, par exemple, pour marquer 10 h. du matin ou 2 h. après midi ſur la lig. AD, qui repreſente le Tropique de l'Ecreviſſe.

Vous trouverez dans la Table, que le Soleil eſt élevé ſur l'horiſon de Paris de 55 d. 19 m. c'eſt pourquoi vous prendrez avec un compas ſur l'échelle des hauteurs AD, la tangente de pareil nombre de deg. & min. & cette ouverture étant tranſportée ſur le d. Tropique, vous y ferez un point par où doit paſſer la ligne horaire propoſée. Pour marquer la même heure ſur un autre parallele, comme ſur celui du commencement du Lyon ou de la fin des Jumeaux, vous verrez dans ladite Table que la hauteur du Soleil en ce tems-là eſt de 52 d. 34 m. dont vous prendrez la tangente ſur l'échelle des hauteurs & la marquerez ſur ledit parallele en comptant toûjours depuis le haut du Cylindre, c'eſt-à-dire, en mettant une pointe du Compas ſur la ligne AB ; vous en ferez de même ſur tous les autres paralleles, & même ſur leurs diviſions de 10 en 10 degrez, & par

tous

tous ces points vous tracerez la ligne horaire courbe de 10 h. du matin, & de 2 h. apres midi.

Vous en ferez de même pour toutes les autres lignes horaires; vous joindrez le mieux qu'il vous ſera poſſible, par des lignes courbes, tous les points qui appartiennent à une même heure, & marquerez les caracteres des Signes & les premieres Lettres des mois, comme auſſi les chifres des heures, chacun en leur place, comme la figure le montre, & le Cadran ſera achevé.

Vous contournerez enſuite ce Parallelograme autour du Cylindre, enſorte que les lignes qui repreſentent les deux Tropiques, ſoient bien paralleles entr'elles. On peut tracer de même les Signes & les heures ſur les corps mêmes des Cylindres.

Le ſtyle eſt attaché à un chapiteau qui ſert d'ornement, & doit être d'équerre & mobile ſur la ligne A B, afin de pouvoir le placer ſur le degré du Signe ou le jour du mois courant. Ce Cadran étant poſé perpendiculairement ou ſuſpendu par un anneau, tournez-le vis-à-vis le Soleil, juſqu'à ce que l'ombre du ſtyle tombe à plomb ſur le parallele du jour; ſon extremité marquera l'heure, ou partie d'heure preſente.

On peut encore par cet Inſtrument connoître à toute heure la hauteur du Soleil. Pour cet effet poſez le ſtyle ſur l'échelle des hauteurs, tenez le Cylindre ſuſpendu ou placé horiſontalement, tournez-le de ſorte que le ſtyle ſoit vers le Soleil, pour lors l'extremité de ſon ombre perpendiculaire marquera la hauteur du Soleil ſur l'horiſon.

Ce Parallelograme peut ſervir auſſi de Cadran, ſans être contourné ſur un Cylindre, en ajuſtant le ſtyle de maniere qu'il puiſſe couler au long de la ligne AB, & s'arrêter ſur le parallele du Signe ou du jour du mois. Il n'y a qu'à faire une petite fente au haut de la Platine, & applatir le pied du ſtyle de telle ſorte qu'il puiſſe couler dans cette fente ſans changer de longueur. Fig. 3.

Pour s'en ſervir il faut que ſon Plan ſoit bien perpendiculaire & la ligne AB de niveau, ce que l'on fait aiſement par le moyen d'un petit plomb dont la ſoie eſt attachée ſur un côté de la Platine. Le tenant ainſi d'une main, ou ſuſpendu par un anneau, on l'expoſe directement au Soleil, de telle ſorte que l'ombre du ſtyle ſoit étenduë ſur la ligne qui repreſente le parallele du Signe ou du mois, & ſon extremité marquera l'heure.

Conſtruction & uſage du Cadran tracé ſur un Quart de cercle.

XXV. Planche. Fig. 2.

LA figure 2 de la planche 25^me^, repreſente un Cadran portatif, tracé ſur un Quart de cercle, dont nous plaçons ici la conſtruction, attendu qu'il ſe fait, auſſi-bien que le Cylindre, par le moyen de la Table des hauteurs du Soleil, calculée pour la latitude du lieu.

Après avoir diviſé en degrez la circonference BC du Quart de cercle, du centre A, tracez une autre circonference, joignant cette diviſion pour repreſenter le Tropique d'Eté; diviſez à peu près en trois parties égales le raïon AB, & de l'ouverture AD tracez un arc de cercle pour le Tropique d'Hyver; diviſez l'eſpace DB en 6 parties égales, & du centre A décrivez autant de portions de cercles qui repreſenteront les paralleles des autres Signes, comme ils ſont marquez ſur le côté AC de ladite figure.

Les heures ſe tracent par des lignes courbes en la maniere ſuivante. Pour trouver, par exemple, le point de midi ſur le Tropique d'Eté, ayant trouvé dans la Table que la hauteur du Soleil ſur l'horiſon de Paris eſt en ce tems-là de 64 d. 29 m. ſervez-vous d'un filet que vous aurez attaché au centre, ou d'une Regle étenduë juſqu'à ce nombre de degrez & minutes gravez ſur la circonference extérieure & marquez ſur le Tropique d'Eté le point de midi; cherchez enſuite dans ladite Table la hauteur du Soleil à midi, lorſqu'il eſt à la fin des Jumeaux ou au commencement du Lyon, & ayant trouvé 61. d 12 min. étendez la Regle depuis le centre juſqu'à la circonference ſur pareil nombre de degrez & minutes, & marquez le point de midi ſur ce parallele qui ſert pour ces deux Signes.

Faites-en de même pour tous les autres paralleles des Signes, même pour leurs parties, de 10 en 10 d. ſi le Quart de cercle eſt aſſez grand. Joignez tous ces points de midi par une ligne courbe, depuis un Tropique juſqu'à l'autre, & vous aurez la ligne de 12 h. Faites-en de même pour toutes les autres heures, ajoûtez deux pinules percées d'un petit trou ſur le raïon AC, & le Cadran ſera achévé.

Uſage du Quart de Cercle.

ELevez l'Inſtrument vers le Soleil, en ſorte que ſon raïon entre par les trous des 2 pinules G; ou ſi au lieu de pinules il n'y avoit qu'une petite pointe au centre A, faites que ſon ombre ſoit directement au long de la ligne AC. Pour lors le filet du centre pendant librement avec ſon plomb, & raſant le Plan du Quart de cercle, y montrera l'heure à l'endroit où il coupe le parallele du jour courant.

Vous

Vous pouvez auſſi paſſer dans le filet du plomb une petite perle ou tête d'épingle ; en ce cas étendez le filet du centre, & arrêtez la petite perle ſur le degré du Signe ou ſur le jour du mois ; le raïon du Soleil entrant par les pinules, le filet & la perle raſeront le Plan en l'heure preſente.

Conſtruction & uſage d'un Cadran rectiligne particulier.

CE Cadran que nous appellons particulier, à cauſe qu'il ne ſert que pour une élevation de Pole ou latitude déterminée, ſe fait ſur une Platine de laiton, bien droite, ou d'autre métail, grande environ comme une carte à joüer, & épaiſſe comme un liard. *XXVI. Planche. Fig. 4.*

Pour le conſtruire, tirez premierement les deux lignes droites A B, CD, ſe croiſant à angles dtoits au point E, duquel comme centre & du raïon EC décrivez le cercle CBD, diviſez le en 24 parties égales, commençant du point D ; des diviſions également diſtantes, tirez des lignes paralleles qui ſeront les lignes horaires ; DR ſera pour midi, EB pour 6 h. CM pour minuit ; formez le Parallelograme rectangle PMQR. Du point de midi D, faites ſur la ligne CD un arc égal à l'élevation du Pole, comme ici de 49 d. par l'extremité de cet arc & par le point D tirez la ligne occulte qui repreſentera le raïon de l'Equateur, & qui ſervira à former le Trigone des Signes, dont le ſommet ſera le point D.

Prolongez l'heure du lever du Soleil au plus long jour d'Eté, qui eſt ici 4 h. Prolongez auſſi la ligne de 6 h. juſqu'à ce qu'elle rencontre le raïon de l'Equateur en un point qui ſera le centre d'un cercle dont le diametre ſera perpendiculaire audit raïon & terminé par l'interſection de la ligne de 4 h. du matin. De ce centre & de l'ouverture de ſon diametre décrivez un cercle, que vous diviſerez en 12 parties égales, pour former le Trigone des Signes, comme nous avons expliqué ci-devant au Chapitre 3 de ce Livre. Les deux Tropiques ſeront aux extremitez de ce diametre, faiſans avec le raïon de l'équateur chacun un angle de 23 d. 30 m. dont le ſommet eſt le point D. Le Tropique d'Eté doit être dans la partie inférieure, & le Tropique d'Hyver dans la partie ſupérieure, comme on voit par la figure. Faites une petite fente au long de ce diametre pour faire couler un petit Curſeur percé au milieu pour y paſſer un filet qui porte un plomb, dans lequel on a paſſé une petite perle on tête d'épingle, enſuite on place denx pinules aux extremitez de la ligne PQ.

USAGE.

FAites couler le Curſeur, arrêtez le trou qui porte la ſoie, ſur le degré du Signe ou ſur le jour du mois courant; faites auſſi couler la petite perle ou tête d'épingle au long de la ſoie juſqu'à ce qu'elle ſoit ſur le point de 12 h. expoſez au Soleil la pinule P, & hauſſez ou baiſſez le Cadran juſqu'à ce que le raïon du Soleil paſſe par les deux pinules, & que la ſoie du plomb raſe le Plan. L'endroit des heures où ſera la perle ſera l'heure preſente.

Conſtruction du Cadran rectiligne univerſel.

LA figure 5 repreſente un Cadran rectiligne qui peut ſervir pour toutes les differentes latitudes ou élevations de Pole. Il ſe fait ſur une Platine de cuivre ou d'autre matiere ſolide bien unie, grande à volonté, épaiſſe à proportion.

Fig. 5. Pour le conſtruire tirez les lignes AB, CD, s'entre-coupant à angles droits au point E; duquel, comme centre, décrivez le Quart de cercle AF, & le diviſez en 90 d. Du point E faites un triangle des Signes par la méthode expliquée au Chapitre 2. Diviſez chaque Signe de 10 en 10 d. & placez les premieres Lettres des mois aux endroits qui leur conviennent, en ſuppoſant, comme nous avons déja dit l'entrée du Soleil en chaque Signe le 20 des mois comme, par exemple, ſon entrée en ♈, le 20 de Mars, ſon entrée dans le ♉, le 20 d'Avril, & ainſi de ſuite; ce qui ſe peut faire ſans erreur ſenſible ſur un ſi petit Inſtrument. Tirez enſuite du centre E, par les diviſions du quart de cercle des lignes ponctuées juſqu'à la ligne AG, pour la diviſer en des points, deſquels vous menerez des paralleles à la ligne AB, qui feront les differentes latitudes ou hauteurs de Pole, que vous marquerez ſeulement entre les deux Tropiques, comme on les voit ſur cette figure, où elles ont été tracées de 5 en 5 d. Du point B portez de part & d'autre ſur la ligne BH, les diviſions des Signes pris au grand triangle ſur la latitude de 45 d. pour y faire la repreſentation d'un autre Zodiaque.

Pour tracer les lignes horaires ſur ce Cadran, tirez de 15 en 15 d. au Quart de cercle AF, des lignes paralleles à ED, qui ſera la ligne de 6 h. le point A pour minuit; tranſportez avec un Compas les mêmes diſtances depuis la ligne ED allant vers B, qui ſera le point de midi. Pour les demi-heures prenez au Quart de cercle 7 d. 30 m. & tirez d'autres paralleles entre les lignes des heures.

On peut encore tracer les heures par le moyen d'un Cercle, dont le

le diametre ſoit la ligne AB, diviſant ſa circonference en 24 parties égales pour les heures, & en 48 pour les demi-heures. Puis tirant des points de diviſions oppoſez, des lignes paralleles, on aura les heures & demi-heures, comme nous avons dit en la conſtruction de l'autre rectiligne.

Du point I, comme centre, on trace un autre Quart de cercle occulte, qu'on diviſe en 90 d. leſquels ſe marquent ſur le bord extérieur de la Platine, comme il paroît en la figure, où ils ſont ſeulement diviſez de 5 en 5 deg.

Cette diviſion ſert à prendre la hauteur du Soleil ſur l'horiſon, comme nous dirons ci-après.

On attache au bord ſupérieur, ſur la ligne GH, deux pinules percées chacune d'un petit trou, pour donner paſſage aux raïons du Soleil.

La piece marquée K, eſt un petit bras ou index, fait de 3 lames de laiton attachées l'une ſur l'autre par des clous à tête rivez de maniere qu'elles puiſſent avoir du mouvement à droite & à gauche; au bout pointu qui eſt percé d'un fort petit trou, on attache une ſoie qui porte un plomb dans laquelle on a enfilé une très petite perle ou tête d'épingle; ce petit bras s'attache ſur la platine avec un clou à tête, afin qu'il ait un mouvement, à l'endroit marqué K.

USAGE.

POur connoître l'heure, ajuſtez le bout de l'index ſur l'interſection que fait la ligne de la latitude du lieu avec le degré du Signe ou le jour du mois; étendez la ſoie & faites couler la perle ſur pareil degré du Signe au petit Zodiaque, qui eſt tracé ſur la ligne de Midi BI; élevez vers le Soleil la pinule G, de ſorte que ſon raïon paſſe par les deux trous ou fentes des pinules; pour lors l'endroit où la perle raſera le Plan, ſera l'heure preſente.

Pour connoître l'heure du lever & du coucher du Soleil en tous les Signes du Zodiaque, & pour les latitudes marquées ſur le Cadran, arrêtez le bout de l'index ſur l'interſection de la latitude du lieu & du degré du Signe, laiſſant tomber librement la ſoie parallele aux lignes horaires, elle montrera l'heure du lever & du coucher du Soleil. Par exemple, le bout de l'index étant arrêté ſur l'interſection du Signe de 69, & la latitude de 49 d. le filet raſera la ligne de 4 h. du matin, & de 8 h. du ſoir; ce qui fera connoître qu'environ le 20 de Juin le Soleil ſe leve à Paris à 4 h. du matin, & ſe couche à 8 h. du ſoir, & ainſi des autres.

Pour connoître l'élevation du Soleil ſur l'horiſon, placez le bout de l'index au point I, hauſſez ou baiſſez l'inſtrument de ſorte que le raïon du Soleil paſſe par le trou de la pinule H, & ſe rende dans l'autre pinule, la ſoie tenduë par ſon plomb marquera l'élevation du Soleil ſur les degrez tracez au bord extérieur de la platine.

Toutes ces ſortes de Cadrans qui marquent les heures par les hauteurs du Soleil, ont cela de commode qu'ils n ont pas beſoin de Bouſſole, mais leur commun défaut eſt qu'aux environs de midi on ne peut ſçavoir l'heure juſte, ſi ce n'eſt par pluſieurs obſervations, qui font cnnnoître ſi le Soleil hauſſe ou baiſſe, & par conſequent s'il eſt dans la partie Orientale ou Occidentale.

Conſtruction du Cadran horiſontal pour pluſieurs élevations de Pole.

Fig. 5. CE Cadran ſe fait ſur une platine de cuivre ou d'autre matiere ſolide bien dreſſée au marteau, ſur un taſſeau ou enclume bien uni; enſuite on adoucira à la pierre ladite plaque qu'on fera de grandeur à volonté. Il y a une petite piece de cuivre en formé d'oiſeau, dont la partie inférieure eſt ajuſtée dans deux petits tenons pour le rendre mobile & le coucher d'un côté ou d'autre; il eſt retenu droit par le moyen d'un reſſort qui eſt deſſous la platine, & qui la traverſant par un petit trou quarré, fait tenir l'oiſeau ferme ſur ſon pied. Il y a un ſtyle ou axe qui entre dans l'épaiſſeur de l'oiſeau qui eſt double; le bout d'en-bas de l'axe entre dans un petit tenon qui eſt au centre du Cadran, pour donner moyen de le hauſſer ou baiſſer ſuivant la hauteur du Pole. Il y a ſur le ſtyle un arc de cercle diviſé où les degrez ſont marquez depuis 35 ou 40 d. juſqu'à 60. On fait une fente au long de la circonference diviſée par le moyen d'une petite goupille rivée, & paſſant par l'œil de l'oiſeau, on arrête ſon bec ſur le nombre des degrez, & on maintient l'axe à la hauteur du Pole requiſe. On fait une ouverture circulaire à la platine pour y joindre une Bouſſole attachée en deſſous par deux vis. L'éguille & le verre qui la couvre ſe placent de même qu'aux autres Bouſſoles dont nous avons parlé.

La ſurface du Cadran eſt partagée en 4 ou 5 circonferences que l'on diviſe l'une après l'autre, pour autant de differentes latitudes, ſuivant quelques-unes des méthodes expliquées ci-devant, dont celle qui ſe fait par le calcul des angles au centre du Cadran eſt la plus en uſage pour ces petites ſurfaces.

On peut encore tracer ces Cadans par le moyen d'une Plateforme

me ſur laquelle on aura diviſé divers Cadrans par les regles que nous avons données ci-devant, pour les marquer ſur la plaque par le moyen d'une Regle à centre, ayant affermi ladite plaque de maniere qu'elle ne branle point.

La circonference extérieure qui eſt diviſée pour 55 d. de latitude, peut ſervir pour les Païs qui ſont compris entre le 58 & 53^{me} deg.

La ſeconde qui eſt diviſée pour 50, ſert pour les Païs compris entre le 53 & le 47^{me} degré.

La troiſiéme, qui eſt diviſée pour 45, peut ſervir pour les Païs compris entres 47 & 42^{me}.

La quatriéme, qui eſt diviſée pour 40 d. ſert pour les Païs compris entre les 42 & 38 deg. de latitude.

Quand on y met un cinquiéme Cadran pour 35 deg. il ſert pour tous les Païs compris entre les 37 & les 32. On peut voir ſur une bonne Mappemonde ou ſur un Globe terreſtre les Païs où ces Cadrans peuvent ſervir, car celui qui eſt fait pour une latitude peut ſervir pour tous les Païs autour de la Terre qui ont une pareille latitude Septentrionale ou Méridionale. Sous la platine du Cadran on grave une Table des principales Villes du Monde, avec leurs latitudes, pour y pouvoir faire le choix des circonferences de ce Cadran, en élevant ſon axe à proportion du lieu où l'on veut s'en ſervir.

Uſage de ce Cadran.

POur trouver l'heure, hauſſez ou baiſſez le ſtyle en ſorte que le bout du bec du petit oiſeau réponde au degré de l'élevation du Pole du lieu marqué ſur le ſtyle, comme à Paris, vis-à-vis de 49 d. le ſtyle étant ainſi élevé, placez le Cadran parallele à l'horiſon, c'eſt-à-dire de niveau, tournez-le au Soleil juſqu'à ce que la pointe Septentrionale de l'éguille aimantée, marquée ordinairement d'un petit anneau, ſoit arrêtée ſur la ligne de déclinaiſon où il y a une Fleur-de-Lys & où eſt écrit *Nord*. Pour lors l'ombre du ſtyle marquera l'heure qu'il eſt ſur la circonference diviſée pour la latitude du lieu.

Il faut ſe ſouvenir de ne pas approcher le Cadran d'aucun fer, car il changeroit la direction de l'éguille aimantée.

Conſtruction d'un Cadran à Anneau.

SOit fait un cercle bien rond de cuivre ou d'autre matiere ſolide, d'environ deux pouces de diametre, ſur 4 à 5 lignes de largeur, d'une épaiſſeur convenable pour ne pas ſe forcer. Marquez à volonté ſur la circonference le point A, où il y ait un petit trou; du point A, Fig. 7.

A, comme centre, décrivez un quart de cercle diviſé en 90 d. cherchez dans la Table des élevations du Soleil, ſa hauteur pour chaque heure du jour des Equinoxes ſur l'horiſon du Païs, leſquels vous marquerez par le moyen du quart de cercle, en tirant des lignes du centre A, juſqu'à la ſurface concave de l'anneau, & ce Cadran ſera bon pour le tems des Equinoxes, le ſuſpendant par l'anneau B, en ſorte que la ligne AD ſoit à plomb.

On pourra le faire ſervir pour les autres tems de l'année, ſi on rend le trou A mobile. Pour cet effet coupez les angles AE, AI de 23 d. pour les Signes du ♉, ♏ ♍ & ♌, AF, AK de 40 d. 26 m. pour les Signes de ♊, ♎, ♒ & ♈. Enfin l'arc AG, AL de 47 d. pour les Signes de ♋ & ♑. On prend le double de la déclinaiſon des Signes, parce que les angles à la circonference ne ſont que moitié des angles au centre; vous aurez par ce moyen ſur la ſurface convexe de l'anneau une eſpece de Zodiaque, y marquant les Signes chacun en leur place, ou bien les premieres Lettres des mois, afin de pouvoir mettre le trou A ſur le degré du Signe ou le jour du mois courant. Il faut auſſi décrire dans la ſuperficie concave de l'Anneau 7 cercles; celui du milieu ſera pour l'Equateur, & les autres cercles pour les autres paralleles.

Des points A, E, F, G, I, K, L, comme centres, faites autant de quarts de 90 d. ſur leſquels vous marquerez pour chaque Signe les hauteurs du Soleil à chaque heure; & prolongeant les raïons juſqu'aux circonferences, vous y marquerez des points, & joindrez par une ligne courbe tous ceux qui appartiennent à une même heure.

On peut tracer à part ces diviſions & les rapporter enſuite ſur cet anneau en prenant les mêmes diſtances avec un Compas.

USAGE.

PLacez le trou mobile ſur le degré du Signe oú eſt le Soleil; tenez l'anneau ſuſpendu & le tournez au Soleil, de ſorte que ſon raïon paſſant par le trou, tombe ſur la circonference convenable du Signe, il y marquera l'heure preſente.

Décrire les heures ſur une autre ſorte d'Anneau.

LA figure 9 repreſente cet Anneau tout fait, & le parallelogrâme ABCD, le repreſente étendu & dévelopé, afin d'y marquer les heures avant que de le contourner en cercle.

Il eſt fait d'une lame de laiton ou d'autre matiere ſolide, de longueur proportionnée à la grandeur qu'on veut donner à l'Anneau, lar-

large au moins de 4 à 5 lignes & d'une épaiſſeur proportionnée, & dont les extremitez AC, BD, ſont coupées à angles droits. Des points C & D, faites deux quarts de cercle; diviſez-les en 9 parties égales; de chaque diviſion oppoſée tirez les paralleles des Signes, la ligne CFM ſera pour ♈ & ♎, AEB pour les deux Tropiques; les autres ſont pour les autres Signes placez ſuivant leur ordre. Diviſez toute la longueur en deux également par la ligne EF; tracez à part la ligne GH égale à AE pour en faire une Echelle, que vous diviſerez en neuf parties égales, dont chaque partie ſera ſubdiviſée en 10, par de petits points pour faire en tout 90 parties égales, répondantes aux 90 deg. d'un quart de cercle. Prenez dans la Table les degrez de hauteur du Soleil ſur l'horiſon du Païs à chaque heure du jour des Solſtices & des Equinoxes; comme, par exemple, pour Paris où la hauteur Méridiene du Soleil étant au premier point de 69, eſt de 64 d. 29 m. prenez avec un Compas ſur l'Echelle GH 64 parties & demie, portez cette ouverture ſur la bande de laiton depuis E de part & d'autre, juſqu'à I & K, & de même du point F, juſqu'à L & M; joignez les points IL, KM par des lignes droites; prenez enſuite en la Table pour une heure & 11 h. au Solſtice d'Eté 61 d. 54 m. c'eſt-à-dire, peu moins de 62 d. ſur l'échelle, que vous porterez ſur le Cadran de K vers E; prenez auſſi 41 d. ſur l'échelle pour le point de midi des Equinoxes, que vous porterez de M en O & de L en N pour 12 h. prenez de même 39 d. 20 m. pour le point d'une heure & d'onze, que vous porterez ſur la même ligne des mêmes points M & L; des points de la même heure des Solſtices & des Equinoxes tirez des lignes droites; pour le Tropique du Capricorne prenez ſur l'échelle GH 17 d. & demie, hauteur Méridiene, que vous porterez de I en P; pour une heure, & pour 11 prenez 16 d. 17 m. que vous porterez de I vers P, & ainſi de toutes les autres heures qui ſeront repreſentées par des lignes droites. Fig. 8.

Mais ſi pour plus grande juſteſſe vous prenez en la Table les nombres qui conviennent aux differentes hauteurs du Soleil en chaque Signe, & même de 10 en 10 deg. vous aurez ſur les paralleles des points qui étant joints enſemble, formeront des lignes courbes pour les lignes horaires, & en ce cas le Cadran en ſera plus regulier & plus juſte.

Vous écrirez le nombre des heures aux deux côtez, comme auſſi les caracteres des Signes & les premieres Lettres des mois, chacun en leur place, comme la figure le montre. Au milieu des lignes IL, KM aux points R & S, percez 2 petits trous en dedans, s'élargiſſans

en dehors de l'Anneau, pour mieux recevoir le raïon du Soleil.

Arrondiſſez enſuite cette lame, ſoudez les deux extremitez enſemble; mettez au milieu de la jointure un petit bouton avec un anneau, de ſorte que le tout ſoit bien en équilibre. Il faut pour cela le tourner en dehors.

USAGE.

TEnez l'Anneau ſuſpendu, tournez le trou propre pour le tems vers le Soleil, de ſorte que ſon raïon tombe ſur le parallele du jour; l'heure y ſera marquée par un point de lumiere.

Le trou S ſert depuis le 20 Mars juſqu'au 22 Septembre, & le trou R pour les autres ſix mois.

On écrit ſur la ſuperficie convexe de l'Anneau proche des petits trous; par exemple ſur celui S, 20 Mars, & ſur celui R, 22 Septembre, comme la figure 9 le montre. Ces deux derniers Cadrans ne ſont propres que pour une élevation de Pole.

Conſtruction & uſage de l'Anneau Aſtronomique univerſel.

XXVII. Planche. Fig. 1.

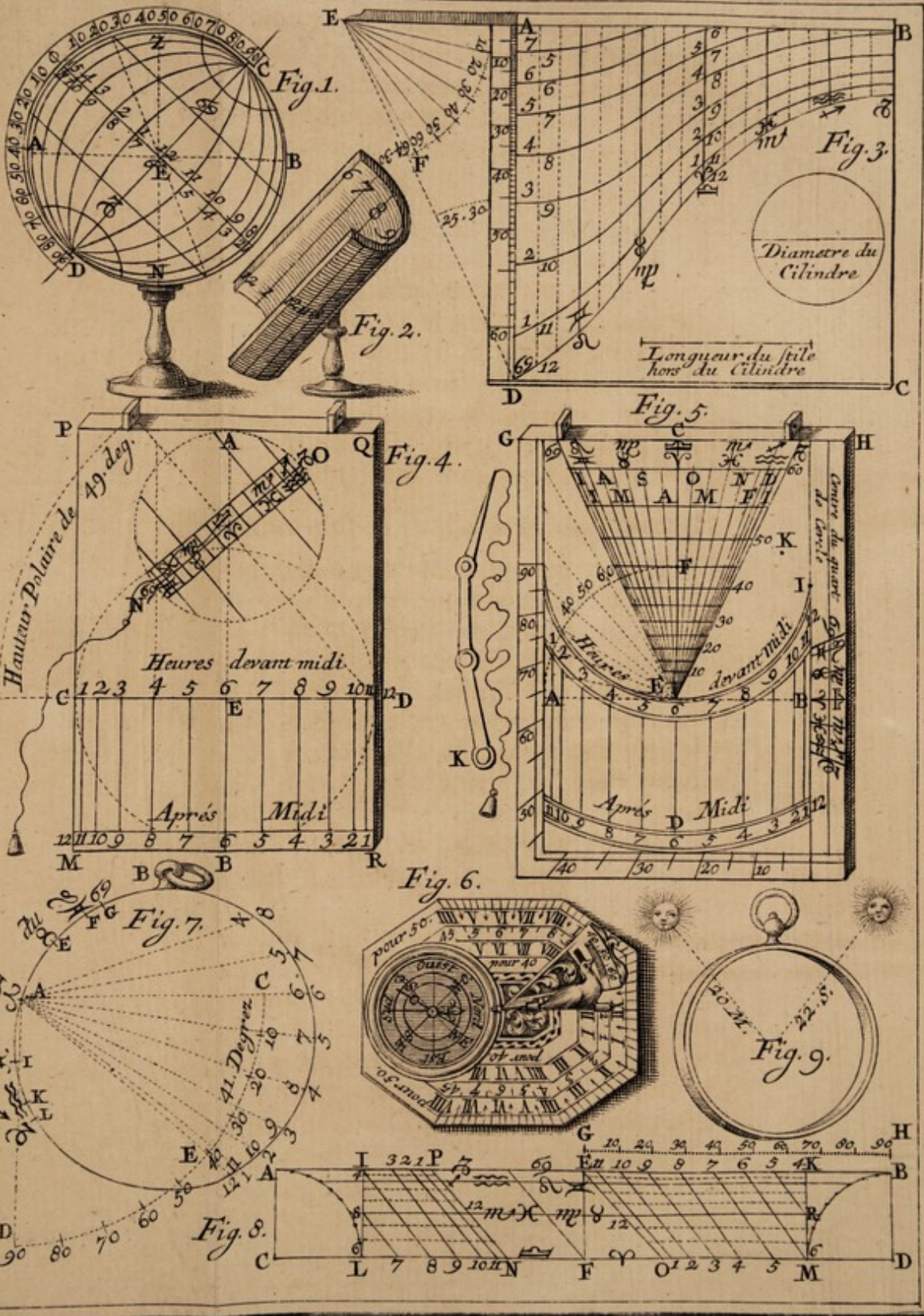
CEt Inſtrument, dont l'uſage eſt de marquer l'heure par un raïon du Soleil, en quelque endroit de la terre que l'on puiſſe ſe trouver, ſe fait de cuivre ou d'autre métail. Il eſt compoſé de deux cercles plats, tournez en dedans comme en dehors. L'extérieur marqué A, repreſente le Méridien du lieu où l'on eſt; il porte deux diviſions de 90 deg. diametralement oppoſées, dont l'une ſert depuis nôtre Pole Septentrional juſqu'à l'Equateur, & l'autre depuis l'Equateur juſqu'au Pole Méridional.

Le cercle intérieur repreſente l'Equateur. Il doit tourner bien juſte dans l'extérieur par le moyen de deux pivots ou goupilles qui traverſent les deux cercles, par des trous juſtement oppoſez l'un a l'autre aux points de 12 h.

Il ſe fait de ces Cadrans depuis 2 juſqu'à 6 pouces de diametre. Les cercles ſont larges & épais à proportion de leur grandeur. Au milieu de ces cercles eſt une regle ou lame mince avec un Curſeur marqué C, compoſé de deux petites pieces qui coulent dans une ouverture faite au milieu de cette lame, & qui ſont retenuës par deux petites vis; il y a un fort petit trou percé au milieu de ce Curſeur pour recevoir le raïon du Soleil. Le milieu de cette regle peut être conſideré comme l'axe du Monde, & les extremitez comme les deux Poles. On y marque d'un côté les Signes du Zodiaque avec leurs caracteres, & de l'autre côté les quantiémes & les noms des mois, ou

ſeu-

Planche Vingt-Sixiéme.



ſeulement leurs premieres Lettres. On les place ſuivant le rapport qu'ils ont avec les Signes. On diviſe les Signes de 10 en 10 deg. ou même de 5 en 5, ſelon leur déclinaiſon, & ce par le moyen d'un Trigone déja tout diviſé, & dont l'extremité du raïon de l'Equateur c'eſt-à-dire, l'angle du ſommet eſt à l'intérieur du cercle Equinoxial, comme au point F. Les deux pieces marquées D, ſont ployées à l'équerre, pour réunir l'un dans l'autre les deux cercles; elles ſont auſſi percées en deſſous pour tenir l'axe. Ces deux pieces ſont attachées avec deux vis au cercle exterieur; il y en a une à un côté du cercle & une à l'autre, auſſi-bien que le deux pieces marquées E, pour ſervir d'appui au cercle Equinoxial, & maintenir les deux cercles ouverts à angles droits.

Nous ne repetons pas la maniere de diviſer le quart de cercle en degrez, & le cercle Equinoxial en heures, demies & quarts, l'ayant dit ſuffiſamment ailleurs. Nous dirons ſeulement que toutes les diviſions du cercle Equinoxial doivent être tracées ſur l'épaiſſeur concave dudit cercle ce qui ſe fait par le moyen d'une piece d'acier ployée en équerre, ſelon la courbure du cercle.

Il y a une rainure au bord exterieur des deux côtez du cercle Méridien pour faire couler le pendant G, dont le milieu du coulant eſt ployé par en bas pour entrer dans ladite rainure.

Les deux côtez de cette piece, qui doit être fort écroüie au marteau, afin de faire plus de reſſort, ſont applatis pour appuïer ſur l'épaiſſeur convexe du cercle, & faire tenir le pendant ferme ſur tous les degrez de la diviſion. Le bouton où eſt paſſé l'anneau de ſuſpenſion, eſt rivé au milieu de ladite piece, de maniere qu'il tourne fort librement; le tout afin que l'inſtrument puiſſe être ſuſpendu bien perpendiculairement, car c'eſt une des principales circonſtances pour la juſteſſe de cet Inſtrument.

Uſage du Cadran Aſtronomique.

PLacez la petite ligne tracée au milieu du pendant, ſur le degré de latitude du Païs ou vous êtes, par exemple, pour Paris à 49 d. mettez enſuite la ligne qui traverſe le petit trou du Curſeur de la regle, ſur le degré du Signe ou ſur le jour du mois courant; ouvrez l'inſtrument en ſorte que les deux cercles ſoient à angles droits, & le tenez ſuſpendu par l'anneau, de maniere que l'axe du Cadran, repreſenté par le milieu de la regle où ſont les Signes, ſoit parallele à l'axe du Monde.

Tournez le plat de ladite regle vis à-vis le Soleil, en ſorte que ſon

raïon paſſant par la petite ouverture du Curſeur, tombe préciſément ſur la ligne tracée au milieu de l'épaiſſeur du cercle intérieur qui repreſente l'Equateur. Pour lors le raïon ou point lumineux marquera l'heure preſente dans la concavité de ce cercle.

Ce Cadran ne peut point marquer l'heure de midi, parce que ſon cercle exterieur ſe trouvant dans le Plan du Méridien, empêche le raïon du Soleil de paſſer juſqu'à l'Equateur.

Il ne marque pas même les heures au tems des Equinoxes, parce que pour lors les raïons du Soleil ſont paralleles au Plan du cercle équinoxial. Ce n'eſt qu'environ une heure tous les jours, & quatre jours par an.

Conſtruction & uſage d'un Anneau Aſtronom. à trois cercles.

Fig. 2. CEt Inſtrument ne differe de l'autre dont nous venons de parler, que par le 3^me^ cercle qui porte la déclinaiſon du Soleil. Le cercle A repreſente le Méridien du lieu où l'on s'en ſert; le cercle B, l'Equinoxial, & le cercle D, qui tourne juſte dans ledit Equinoxial fait le même effet que la regle qui repreſente l'axe du Monde dans le precedent Inſtrument. Les deux extremitez de ſon diametre ou les 2 points de ſa circonference, par où il eſt attaché au Méridien, répondent aux deux Poles du Monde. Aux parties oppoſées D, on marque un double Trigone des Signes ſur la circonference de ce cercle, dont le centre eſt le ſommet où ſe réuniſſent tous les raïons. Les arcs de chaque Signe ſe ſubdiviſent de 10 en 10, ou de 5 en 5 degrez, auſquels on peut joindre les jours des mois correſpondans. Nous ne repetons pas la maniere de tracer toutes ces diviſions, étant les mêmes que celles de l'autre Anneau Aſtronomique.

L'Alidade E eſt attachée au centre du cercle intérieur; il y a deux pinules rivées aux extremitez de l'alidade, percées chacune d'un fort petit trou pour recevoir le raïon du Soleil.

Les Cadrans compoſez de cette maniere marquent l'heure de midi, parce que l'Alidade eſt hors du Plan du cercle Méridien Quand on le fait grand, comme de 9 à 10 pouces de diametre, on diviſe le cercle équinoxial de 2 en 2 minutes, ou de 5 en 5, pour faire des obſervations exactes.

Il y a un pendant comme à l'autre Cadran, qui entre dans la rainure du cercle Méridien pour le faire couler ſur le degré de latitude du lieu. On ajoûte quelquefois à cet Inſtrument un pied à peu prés comme à une Sphere, qu'on fait couler ſur le degré de l'élevation, & pour lors il ſe place ſur un Plan horiſontal. On y joint

auſſi

auſſi une Bouſſole, & par ce moyen on connoît exactement la déclinaiſon de l'aiman.

USAGE.

PLacez la petite ligne qui eſt au milieu du Curſeur du pendant F, ſur le degré de l'élevation du Pole du lieu où vous faites l'obſervation, & la ligne de foy de l'alidade ſur le jour du mois ou ſur le degré du Signe que le Soleil parcourt.

Le cercle Equinoxial étant ouvert à angles droits avec le Méridien, & tenant l'Inſtrument ſuſpendu, hauſſez ou baiſſez le cercle inférieur, en ſorte que la raïon du Soleil paſſe par les trous des deux pinules. Alors la ligne qui eſt tracée au milieu de l'épaiſſeur convexe dudit cercle, montrera l'heure ou partie d'heure tracée au milieu de l'épaiſſeur concave du cercle Equinoxial; & cela à toutes les heures du jour.

La même choſe ſe fera lorſque l'Inſtrument ſera poſé horiſontalement ſur un pied; alors on fera les obſervations plus commodement.

Conſtruction d'un Cadran horiſontal inclimé univerſel, & d'un Equinoxial.

CE Cadran eſt compoſé de deux platines de laiton ou autre matiere; l'inférieure marquée A eſt évuidée vers le milieu pour recevoir une Bouſſole ordinaire qui eſt attachée en deſſous avec des vis; l'autre Platine B eſt mobile par le moyen d'une forte charniere à l'endroit marqué C. On trace ſur la platine ſupérieure un Cadran horiſontal, diviſé pour une latitude plus grande qu'aucune de celles où l'on veut le faire ſervir, & on y met un ſtyle proportioné à cette hauteur, car en l'élevant par le moyen du quart de cercle D, le Plan horiſontal aura toûjours moins de latitude, ou bien le Pole y ſera moins élevé qu'il n'étoit dans le lieu pour lequel il a été fait. Fig. 3.

On ne met ordinairement qu'une portion de cercle depuis l'Equateur juſqu'à 60 deg. & qui doivent être marquez au bas de la portion du cercle. Le Cadran horiſontal ſe trace ordinairement pour cette élevation de Pole de 60 deg. Cette portion de cercle eſt attachée par deux petits tenons & ſe couche ſur la platine inférieure, auſſi-bien que le ſtyle ſur l'extérieure, & ils ſont retenus droits par le moyen d'un petit reſſort qui eſt ſous chaque plaque. La figure fait aſſez connoître le reſte de la conſtruction de ce Cadran.

Uſage de l'horiſontal incliné.

ELevez la Platine ſupérieure au degré de latitude ou élevation du Pole du lieu où vous êtes par le moyen de la diviſion du quart de cercle.

L'éguille aimantée étant arrêtée ſur ſa ligne de déclinaiſon, & le Cadran placé horiſontalement, l'ombre de l'axe marquera l'heure juſte qu'il eſt.

On grave ſous ces deux Platines les noms des principales Villes avec leur latitude, pour épargner la peine de les chercher dans les Cartes Géographiques.

Les Cadrans Equinoxiaux ſe rendent univerſels par tout le Monde de la même maniere, mais en ce cas il faut un quart de cercle entier. La platine ſupérieure ſe fait pour l'ordinaire en forme de cercle évuidé que l'on diviſe en 24 parties égales pour les heures, que l'on ſubdiviſe en 2 pour les demi-heures, & en 4 pour les quarts. Toutes ces diviſions ſe tracent auſſi dans la concavité du cercle.

Il y a une piece qui traverſe le cercle, & qui porte le ſtyle droit qui ſe tient ferme au milieu du cercle par le moyen d'un petit reſſort qui eſt attaché ſous le cercle, qui par ce moyen donne la liberté au ſtyle droit de ſe lever au-deſſus de ce cercle, & de s'abaiſſer en deſſous; & quand le Cadran Equinoxial eſt tracé ſur une Platine, on ſe ſert de la petite piece marquée F, qu'on met au centre, & qui ſert de ſtyle; la partie ſupérieure du Cadran marque les heures depuis le 22 Mars juſqu'au 22 Septembre, & ſa partie inferieure les marque pendant les ſix autres mois de l'année.

Uſage du Cadran Equinoxial.

IL faut mettre le bord de la platine ou du cercle ſur le degré d'élevation du Pole par le moyen du quart de cercle, & le Cadran étant bien orienté avec la Bouſſole, l'ombre du ſtyle marquera l'heure preſente en tout tems, même pendant les Equinoxes, à cauſe que les diviſions des heures ſont continuées juſques dans la concavité du cercle, lequel eſt coupé par le haut.

Conſtruction d'un Cadran Azimutal.

Fig. 4. CE Cadran ſe fait ordinairement au fond d'une Bouſſole & eſt nommé Azimutal, parce qu'il ſe fait par le moyen des Azimuths ou Cercles verticaux du Soleil, ſur une platine de cuivre ou d'autre matiere ſolide, parallele à l'oriſon. Tirez la ligne AB pour

la

la Méridiene, ſur laquelle décrivez un cercle à volonté. Nous n'en faiſons ici que la moitié pour les heures du matin; celles de l'après midi ſe tracent de la même maniere. Diviſez ce cercle en degrez, commençant du point A, qui repreſente le Pole arctique; diviſez en 3 le demi-diametre AC, dont les deux tiers AD ſeront partagez en 6 intervales pour y tracer du centre C des circonferences qui repreſenteront les paralleles des Signes du Zodiaque; la circonference H, ſera pour le Tropique d'Eté, & la plus proche du centre pour le Tropique d'Hyver; chacune des autres ſera pour deux Signes également diſtans des Tropiques, comme on voit par la figure 4.

On pourroit encore tracer les paralleles des Signes, en faiſant ſur la ligne HD un demi-cercle, que l'on diviſera en 6 arcs égaux, d'où abaiſſant autant de lignes ponctuées paralleles ſur HD, elle ſe trouvera diviſée en parties inégales, & par ces points de diviſion vous tracerez du point C, comme centre, des circonferences qui feront les intervales des Signes inégaux.

Pout marquer les lignes horaires ſervez-vous de la Table ci-après, ſupputée pour les complémens au premïer vertical pour la latitude de 49 deg. parce qu'au lieu de compter la diſtance des Azimuths depuis le premier, on les compte ici depuis le Méridien. Pour marquer, par exemple, le point d'une heure après midi ou d'onze heures du matin ſur le Ttopique de Cancer, on trouve que l'Azimuth du Soleil en ce tems-là eſt éloigné du Méridien de 30 d. 17 m. & qu'au commencement des Jumeaux, ou à la fin du Lion, l'Azimuth où ſe trouve le Soleil à la même heure eſt de 27 d. 58 m. & ainſi des autres; c'eſt pourquoi mettez une regle au centre C & ſur le 30 d. 17 m. de la circonference extérieure diviſée, pour marquer ſur le Tropique d'Eté le point d'onze heures du matin; tournez la regle autour du centre du Cadran & l'arrêtez ſur le 27 d. 58 m. pour marquer ſur le parallele des Jumeaux & du Lyon le point d'onze heures; mettez la regle ſur le 23^{me} d. 30 m. pour le parallele du Taureau & de la Vierge, ſur le 19 ^{me} d.. 33 m. pour le jour des Equinoxes, & ainſi des autres, conformément à la Table.

Joignez tous les points d'une même heure par des lignes courbes bien adoucies & ne faiſant aucun angle qui ſeront les lignes horaires. Pour marquer les heures d'après midi prenez avec un Compas les mêmes diſtances ſur chaque parallele & les tranſportez de l'autre côté de la Méridiene, parce que les Azimuths des heures également diſtantes de midi, font des angles égaux avec la Méridiene.

L'E-

L'Eguille aimantée étant placée ſur ſon pivot, il faut la recouvrir d'un verre comme aux Bouſſoles ordinaires.

USAGE.

TOurnez le côté B au Soleil, juſqu'a ce que le ſtyle droit planté en ce point hors de la Bouſſole & parallele à la ligne de midi, faſſe ombre tout le long de la Méridiene. L'éguille aimantée étant arrêtée Nord & Sud, marquera l'heure qu'il eſt en l'interſection du degré du Signe courant, quand l'aiman n'a point de déclinaiſon.

Mais à preſent que l'aiman décline de plus de 12 deg. on place le ſtyle ſur la ligne de déclinaiſon K I au point E, & on ajuſte l'ombre du ſtyle ſur ladite ligne de déclinaiſon, alors l'erreur que pourroit faire la declinaiſon de l'aiman ſera rectifiée par ce moyen.

Table des verticaux du Soleil depuis le Méridien à chaque heure du jour, pour la latitude de 49 degrez.

Heur.	XI.		X.		IX.		VIII.		VII.		VI.		V.		IIII.	
	I.		II.		III.		IIII.		V.		VI.		VII.		VIII.	
Signes	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
♋	30	17	53	40	70	30	83	57	95	20	105	56	116	28	127	26
♌ ♊	27	58	50	33	67	34	81	6	92	45	103	35	114	56		
♍ ♉	23	30	43	52	60	29	74	17	86	21	97	36				
♎ ♈	19	33	37	25	52	58	66	57	78	34						
♏ ♓	16	42	32	25	46	30	59	28	71	12						
♐ ♒	14	56	29	11	42	23	54	26								
♑	14	19	28	2	40	48										

Conſtruction & uſage du Cadran horiſontal Analemmatique.

CE Cadran ſe nomme Analemmatique, parce qu'il ſe fait par le moyen de l'Analemme, qui eſt la projection ou repreſentation des principaux cercles de la Sphere ſur un Plan.

La figure 5 eſt l'Analemme, & la figure 6 repreſente le Cadran tout fait, qui marque les heures ſans Bouſſole.

Fig. 5. Pour conſtruire l'Analemme ſur une plaque de laiton ou d'autre matiere bien droite & bien polie, de grandeur & épaiſſeur convenable, tirez premierement les lignes A B, C D, ſe coupant à angles droits au point E; duquel, comme centre, décrivez le cercle A C; B D repreſentant le Méridien, ſon diametre C D l'horiſon, & A B le premier vertical. Du point D comptez juſqu'en F l'élevatiou du Pole,

Pole, qui eſt ici de 49 d. & tirez la ligne FE, repreſentant l'axe du Monde; de l'autre côté comptez ſur le Méridien de C en G l'élevation de l'Equateur, qui eſt ici de 41 d. & tirez la ligne GE pour l'Equateur, du point G comptez de part & d'autre juſqu'en H & en I, 23 d. 30 m. pour la plus grande déclinaiſon du Soleil, tirez la ligne HI, coupant l'Equateur au point Y, duquel, comme centre vous décrirez le cercle HLIK, ou ſeulement la moitié, que vous diviſerez en 6 parties égales; par chaque point de diviſion tirez les paralleles à l'Equateur, juſqu'à la ligne horiſontale; des ſections que font les paralleles ſur le grand cercle, abaiſſez les perpendiculaires MN OP ſur l'horiſontale, & des ſections faites par leſdites paralleles ſur l'axe EF, abaiſſez des perpendiculaires indéfinies S *c*, R *b*, Q *a*; ouvrez enſuite le Compas de l'eſpace EM, & de cette même ouverture poſez un pied ſur N, & de l'autre coupez par un petit arc la ligne Q *a*; poſez un pied ſur O & coupez la ligne R *b*; puis toûjours de la même ouverture EM poſez un pied en P, & de l'autre pointe coupez la ligne S *c* au point C. Pour conſtruire le petit Zodiaque, prenez la diſtance ↔C, que vous porterez de E vers A & vers B, pour les Tropiques de ♋ & de ♑; prenez la diſtance 4 *b* & la portez de même au point E, pour le parallele des ♌ d'un côté, & celui de ♒ de l'autre; prenez enfin la diſtance X *a* pour marquer d'un côté le parallele de ♉, & de l'autre celui des ♍, après quoi vous formerez le petit Zodiaque, comme il ſe voit en la figure. Pour avoir les points des heures, du centre E, & de l'intervale EM, décrivez le cercle MTZV, diviſez-le en 24 parties égales, auſſi-bien que le grand cercle ABCD, & de chaque diviſion oppoſée tirez des lignes droites, ſçavoir, celles du grand cercle, paralleles à la ligne AB, & celles du petit cercle paralleles à la ligne CD; par les ſections de ces lignes les plus proches du grand cercle, tracez doucement à la main de point en point l'ovale, comme la figure le montre. Les points de ſection ſeront les heures, celles du matin à gauche & celles du ſoir à droite. Pour avoir les demi-heures on diviſe les cercles en 48 part. égales, & en 2 fois autant pour avoir les quarts.

Le tout étant ainſi preparé, tranſportez avec un Compas ſur une autre plaque de laiton toutes les ſections des heures, formez-y l'ovale B, en la traçant legerement de point, en point, & gravez-y les heures comme elles ſont marquées en ladite figure 6. Fig. 6.

Tranſportez-y auſſi le Trigone des Signes, prenant avec un Compas toutes les diſtances l'une après l'autre, de telle ſorte que les Signes de ♈ & ♎ ſoient dans la ligne de 6 h. placez-y les caracteres

des Signes & les premieres Lettres des mois chacun en leur ordre. Le milieu du Trigone doit être fendu pour y faire couler un Curſeur C, qui porte le ſtyle droit D, qui ſe leve & ſe couche par le moyen de deux petits tenons.

Sur l'autre partie de la même plaque on y trace un Cadran horiſontal, ſuivant les Regles ordinaires pour la même latitude qu'a été faite l'Analemme; on y place le ſtyle ou axe E, perpendiculairement ſur la ligne de midi, qui ſe leve, ſe baiſſe & ſe tient droit par le moyen d'un reſſort qui eſt ſous la plaque.

USAGE.

PLacez ce Cadran bien parallele à l'horiſon, mettez le Curſeur avec ſon ſtyle droit ſur le jour du mois ou ſur le degré du Signe que le Soleil parcourt; tournez l'inſtrument juſqu'a ce que les deux Cadrans s'accordent & marquent la même heure.

Si, par exemple, le ſtyle droit du Cadran Analemmatique marque 10 h. du matin, il faut que l'Axe du Cadran horiſontal marque pareillement 10 h. En ce cas ce ſera la veritable heure. La commodité de ce Cadran eſt qu'il marque l'heure ſans ligne Méridiene, & ſans éguille aimantée; mais pour bien faire il faut qu'il ſoit un peu grand.

Conſtruction du Cadran Polaire, Oriental & Occidental univerſel.

XXVIII. Planche. Fig. 1. CEt Inſtrument eſt compoſé d'une piece circulaire de cuivre ou autre métal bien droite, & bien égale d'épaiſſeur, un peu forte pour conſerver ſon poids perpendiculaire, & pour y faire un rainure autour du bord, dans laquelle doit couler un pendant ſemblable à celui que nous avons décrit pour l'Anneau Aſtronomique.

Du centre de cette piece décrivez la circonference d'un demicercle & la diviſez en deux fois 90. d. Du point 90 & par le centre tirez une ligne droite qui ſera l'Equinoxiale; vers le haut de cette ligne choiſiſſez un point à volonté, duquel vous tirerez une perpendiculaire ſur l'Equinoxiale, qui ſera la ligne de 6 h. Pour avoir les autres heures portez ſur ladite Equinoxiale, de part & d'autre, du point d'interſection, les tangentes convenables, comme celle de 15 d. pour les points de 5 & de 7 h. la tangente de 30 d. pour 4 & 8, celle de 45 pour 3 & 9. Cette tangente qui eſt égale au raïon eſt la longueur du ſtyle, lequel ſe doit placer perpendiculiarement ſur

la

Fig. 1.

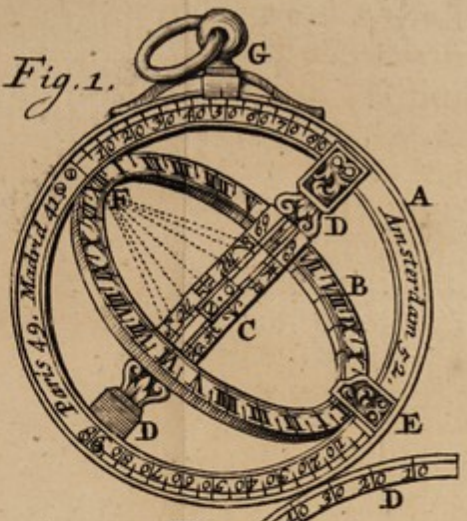


Fig. 2.

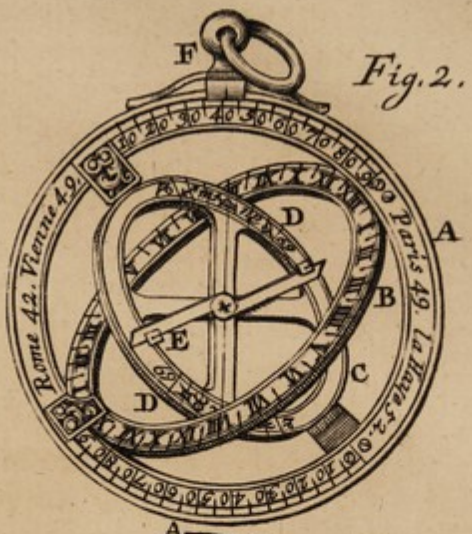


Fig. 3.

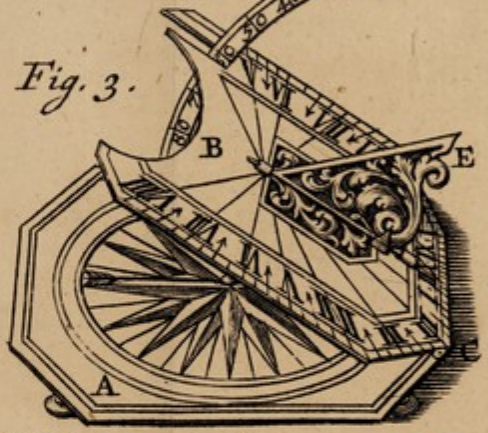


Fig. 4.

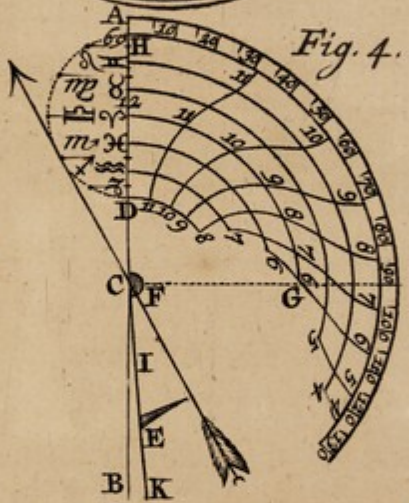


Fig. 5.

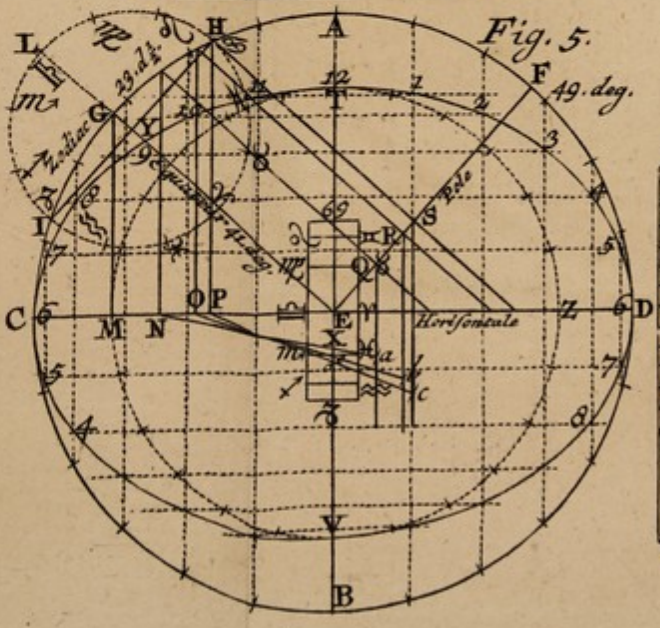
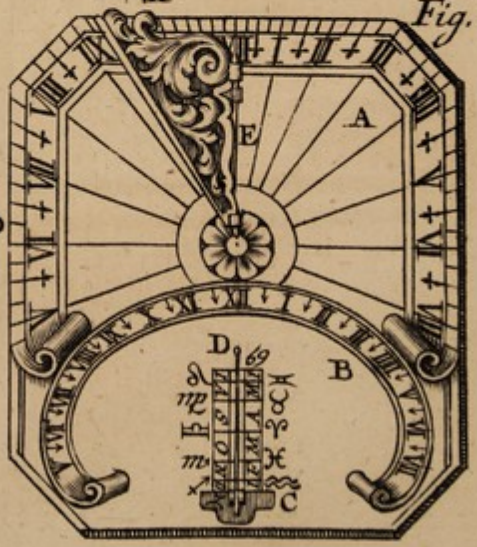


Fig. 6.



la ligne de 6 h. au point où elle coupe la ligne équinoxiale. Les heures de ce Cadran ſont paralleles entr'elles & à l'Axe du Monde, comme nous avons dit ci-devant en parlant des Orientaux & Occidentaux, & ſe tracent de même.

Sur la ligne de 9 h. du matin, & de 3 h. après midi on ajuſte aux point C, deux petits tenons de charniere pour y placer la piece marquée V, laquelle ſe couche ſur la piece circulaire, & ſe leve de maniere qu'elle s'y arrête à angles droits. On marque ſur cette piece les heures d'un Cadran Polaire depuis 9 heur. du matin juſqu'à midi, & depuis midi juſqu'à 3 h. du ſoir. Nous ne parlerons point davantage de la diviſion de ces heures, l'ayant expliquée ci-devant en ſon lieu, auſſi-bien que la maniere de placer les Signes ſur tous ces Cadrans Orientaux, Occidentaux & Polaires.

En ladite figure les paralleles des Signes ſont diviſez de 10 en 10 d. & on y ajoûté les premieres Lettres des noms des mois chacun en leur place, vers le haut de la plaque circulaire, proche le point de 90 degrez.

On ajuſte le ſtyle B avec une charniere, afin qu'il puiſſe ſe lever & ſe coucher ſur ladite plaque; mais il faut qu'il ſe leve de maniere que ſa pointe réponde juſte ſur le point de 6 h. en la ligne équinoxiale, & que ſa hauteur ſoit égale à la diſtance de 6 à 9 h. Cela ſe peut faire facilement par le moyen d'une petite queuë faite de biais au bas dudit ſtyle.

Uſage dudit Cadran.

SI c'eſt avant midi, placez la petite ligne qui eſt au milieu du pendant ſur le degré de l'élevation du Pole du lieu où vous êtes, au quart où eſt écrit: *Heures avant midi.* Levez le ſtyle & preſentez vôtre Cadran au Soleïl, le tenant ſuſpendu par l'anneau, en ſorte que le bout de l'ombre du ſtyle tombe ſur le jour du mois courant; vous y verrez l'heure preſente ſur l'Oriental ou ſur le Polaire.

Mais ſi c'eſt après midi, mettez le pendant ſur la latitude du lieu, au quart où eſt écrit: *Heures après midi.* Tournez le Cadran au Soleil de maniere que le bout de l'ombre du ſtyle tombe ſur le degré du Signe ou ſur le jour du mois courant. Il y marquera l'heure preſente ſur l'Occidental ou ſur le Polaire.

Il eſt aiſé de remarquer que le Cadran Oriental étant retourné de cette maniere devient Occidental, & que les heures ſe trouvent paralleles à l'Axe du Monde.

Voilà la conſtruction & les uſages des Cadrans portatifs qui s'o-

rientent ſans Bouſſole ou ſans ligne Méridiene, les plus faciles à ſe ſervir. Je vais cependant donner en abregé la deſcription de quelques autres que je fais, qui ne laiſſant pas d'être aſſez curieux, mais dont la conſtruction eſt un peu plus embarraſſante.

Le premier de ces Cadrans eſt un horiſontal de deux ou trois pouces en quarré, qu'on fait de cuivre ou de quelque autre métal, diviſé pour une élevation de Pole particuliere, & dont l'Axe qui marque les heures, eſt une ſoie attachée par un bout au centre dudit Cadran, & l'autre bout s'accroche au haut d'une lame de cuivre un peu forte, qui eſt placée à l'extremité du Cadran vers la ligne de 12 heures; cette lame ſe couche & ſe tient auſſi droite par le moyen d'un reſſort qui eſt deſſous ledit Cadran; la hauteur de la coche pour retenir la ſoie, eſt égale à la tangente de la hauteur du Pole, comme pour Paris, de 49 deg.

Environ au quart de la hauteur de la lame on ajuſte un cercle d'une grandeur proportionnée à la grandeur de la plaque du Cadran; ce cercle ſe ploye par le moyen d'une charniere, & de l'autre côté il y a un appui pour l'arrêter à la hauteur de l'Equateur, qui eſt pour Paris 41 deg. en ſorte que ce cercle ſe couche ſur la lame, & la lame ſur la plaque du Cadran horiſontal; il faut ſur tout que le centre de ce cercle réponde juſte dans la ſoie qui ſert d'axe lorſqu'elle eſt tenduë.

On diviſe ce cercle dans ſa concavité en heures, demies & quarts du Cadran Equinoxial, comme un des cercles de l'Anneau Aſtronomique; on paſſe la ſoie dans une très-petite perle ou une tête d'épingle, que l'on conduira ſur le Signe que parcourt le Soleil, & qui ſervira de Curſeur pour marquer les heures dans le milieu de la concavité du cercle équinoxial.

Pour placer cette tête d'épingle ſur le Signe ou le mois convenable, il faut avoir à part une petite regle de cuivre étroite, ſur laquelle on aura tracé les Signes du Zodiaque, & les quantiémes du mois, en la maniere qu'on les trace ſur la petite regle qui eſt au milieu des Anneaux Aſtronomiques; c'eſt-à-dire, que la déclinaiſon du Soleil ſe prend de l'extremité du cercle équinoxial, & que le raïon de l'Equateur doit partir en ligne droite du ſommet intérieur dudit cercle, & les Signes d'un côté & d'autre ſuivant leurs déclinaiſons.

Pour placer la petite perle au point où elle doit être pour marquer les heures, on place ladite regle, depuis le centre du Cadran horiſontal, au long de la ſoie qui ſert d'axe, & on coule la petite per-

perle ſur le degré du Signe que le Soleil parcourt, enſuite on retire la petite regle.

On trace une ligne perpendiculaire derriere la lame qui tient le cercle équinoxial, d'où on laiſſe pendre une ſoie, au bout de laquelle on aura attaché un petit plomb pour mettre le Cadran de niveau. On peut rendre ce Cadran univerſel, en ajuſtant une portion de cercle derriere la lame, & qui ſe couche deſſus par le moyen d'une charniere; cette portion de cercle doit être diviſée en degrez, & le haut de ladite lame, d'où pend le plomb, ſervira de centre; par ce moyen on pourra élever plus ou moins le côté du centre du Cadran, ſuivant l'élevation du Pole, en faiſant pendre la ſoie qui porte le plomb ſur la latitude du lieu. Il eſt bon de dire auſſi qu'on peut retrancher au cercle équinoxial les heures depuis 8 h. du ſoir juſqu'à 4 h. du matin, afin qu'il puiſſe ſervir au tems des Equinoxes. L'Ouvrier intelligent ſuppléra facilement à l'abregé de cette conſtruction.

Uſage dudit Cadran.

AYant placé la petite tête d'épingle ſur le Signe ou ſur le jour du mois, comme nous avons dit, on expoſera le Cadran au Soleil, & on le tournera de côté & d'autre juſqu'à ce que la ſoie qui ſert d'axe, marque la même heure ſur le Cadran horiſontal, que la petite perle au milieu & dans la concavité du cercle équinoxial, & ce ſera la veritable heure.

Nous faiſons encore d'autres Cadrans portatifs, comme un Aſtrolabe horiſontal, ſuivant la projection des cercles de la Sphere, ſur le Plan de l'horiſon; d'autres, ſuivant l'Aſtrolabe de Royas, qui ſervent verticalement par le moyen d'un plomb; des Cadrans horiſontaux faits par les hauteurs du Soleil, qui s'orientent auſſi ſans éguille aimantée, dont les Signes du Zodiaque ſont tirez en lignes droites & d'un même centre, & les lignes des heures en lignes courbes; comme auſſi d'autres Cadrans portatifs, qui ſont aſſez curieux, dont je reſerve à un autre tems de donner la conſtruction & les figures.

Les Cadrans horiſontaux où les Signes ſont tracez, comme celui de la planche 25, figure 1, peuvent auſſi s'orienter ſans Bouſſole, en plaçant au Soleil ledit Cadran, de maniere que l'ombre du ſtyle droit donne ſur le degré du Signe que le Soleil parcourt ce jourlà; mais ce qu'il y a d'incommode, c'eſt que la diſtance du Signe de Cancer eſt ſi petite avec les Signes voiſins, qu'on ne peut diſtin-

tinguer le quantiéme de 10 en 10 jours ; de ſorte que quelque choſe qu'on faſſe il eſt preſque impoſſible de faire un Cadran portatif qui s'oriente ſans Bouſſole ou ſans ligne Méridiene, ſans tomber dans un des deux inconveniens, ou d'avoir les heures fort ſerrées vers le midi, ou d'être de peu de préciſion dans le tems des Solſtices ; à cauſe du peu de difference qui ſe trouve dans l'élevation & déclinaiſon du Soleil en ces tems-là ; ce ſeroit promettre ce qu'on ne pourroit tenir que de ſe vanter de faire autrement.

CHAPITRE VI.

Contenant la Conſtruction & les Uſages des Cadrans à la Lune & aux Etoiles.

Conſtruction d'un Cadran horiſontal pour connoître l'heure à la Lune.

Fig. 2. ON appelle Cadran à la Lune celui qui montre de nuit aux raïons de la Lune l'heure qu'il eſt au Soleil ; c'eſt-à-dire, en quel cercle horaire eſt pour lors le Soleil.

Ce Cadran eſt compoſé de deux pieces de laiton ou d'autre matiere ſolide, de grandeur à volonté.

La platine inférieure marquée A, eſt en forme de Parallelograme, & la ſupérieure marquée A, eſt circulaire & doit tourner autour de la partie ombrée & du centre marqué B. Sur la platine ſupérieure ſont tracées les heures d'un Cadran horiſontal pour la latitude du lieu, ſuivant les regles ci-devant expliquées.

La platine inférieure porte un cercle diviſé en 30 parties inégales pour les jours du mois Lunaire. Pour faire cette diviſion, ſoit la ligne Equinoxiale DE qui a ſervi à tracer le Cadran horiſontal, & ſon centre diviſeur F, duquel ayant décrit le cercle ponctué G, diviſez-le en 30 parties égales, ou la moitié en 15 ; la regle étant miſe au centre F, tournez-la ſur toutes les diviſions dudit cercle, & marquez des points ſur la ligne équinoxiale ; enſuite mettez la regle au centre B, & ſur tous les points de diviſion de la ligne équinoxiale, pour diviſer le cercle H ; quand vous en aurez la moitié, tranſportez les mêmes diviſions ſur l'autre demi-cercle, & par ce moyen tout le cercle ſe trouvera diviſé en 30 parties inégales pour les 30 jours du mois Lunaire, autour deſquels on gravera les chifres, comme la figure la montre.

Placez l'Axe BC, à la hauteur du Pole du lieu & diſpoſé de maniere

niere qu'étant élevé il n'empêche pas la platine des heures de tourner autour du centre B.

USAGE.

IL faut ſçavoir le quantiéme de la Lune par des Ephemerides ou par le moyen des Epactes, afin d'appliquer le point de 12 h. ſur le jour de la Lune.

On doit remarquer que la Lune par ſon mouvement propre s'éloigne du Soleil chaque jour vers l'Orient d'environ 48 m. d'heure, c'eſt-à-dire, que ſi étant nouvelle ou conjointe au Soleil elle ſe trouve un jour avec lui dans le Méridien, le lendemain elle paſſera par ce même Méridien environ trois quarts d'heure & quelques minutes après le Soleil, ce qui fait que les jours Lunaires ſont plus grands que les jours Solaires. On appelle jour Lunaire le tems depuis le paſſage de la Lune par le Méridien juſqu'au paſſage immédiatement ſuivant. Ces jours ſont fort inégaux à cauſe de l'irregularité du mouvement apparent de la Lune.

Quand la Lune eſt pleine, c'eſt-à-dire, oppoſée au Soleil, elle ſe retrouve dans le même cercle horaire que le Soleil, de ſorte que ſi, par exemple, en ce tems-la le Soleil étoit au Méridien de nos Antipodes, la Lune ſeroit dans nôtre Méridien, & marqueroit par conſequent ſur nos Cadrans la même heure que feroit le Soleil, s'il étoit ſur nôtre horiſon. Mais cette conformité ne dure pas long-tems, puiſqu'à chaque heure elle retarderoit d'environ deux minutes. De même ſi le Soleil au tems de ſon oppoſition ſe couche ſous nôtre horiſon, la Lune lui étant diametralement oppoſée ſe levera, & ainſi du reſte; c'eſt pour remedier à ſon retardement qu'on a diviſé ce cercle en 30 parties. Le point de 12 h. du Cadran horiſontal étant mis exactement vis-à-vis de l'âge de la Lune, le Cadran orienté par le moyen d'une Bouſſole ou d'une ligne Méridiene, marquera l'heure preſente; mais pour l'avoir plus exactement, il faudroit ſçavoir ſi la Lune eſt dans le premier, ſecond ou troiſiéme quart de ſon jour, afin de mettre le point de 12 h. à proportion en l'eſpace de ſon quantiéme de Lune.

Cette même pratique ſert auſſi pour les verticaux, mais pour les Equinoxiaux la diviſion ſe fera en 30 parties égales, la roue mobile qui porte les heures en 24, & le reſte de même que ci-devant.

La Table qui eſt au bas de la plaque, ſert auſſi pour connoître l'heure au clair de la Lune avec un Cadran ordinare.

Pour la conſtruire tirez quatre lignes paralleles droites ou courbes

bes longues à volonté, diviſez l'eſpace II en 12 parties égales pour les 12 h. & les deux autres eſpaces KK en 15, pour y marquer les 30 jours lunaires, comme on voit par la figure 2.

USAGE.

VOyez avec un Cadran au Soleil l'heure que la Lune y marquera, puis ſçachant l'âge de la Lune, voyez dans la Table l'heure qui correſpond vis-à-vis ſon âge, à laquelle ajoûtez l'heure marquée par le Cadran; ſi la ſomme des deux enſemble n'excede pas 12, ou bien ſon excès au-deſſus de 12, elle vous donnera la vraie heure.

EXEMPLE.

SUppoſons que le Cadran Solaire marque 6 h. au clair de la Lune, & que ſon âge ſoit de 5 jours ou de 20, on verra par la Table vis-à-vis de ces chifres, 4 h. leſquelles ajoûtées à 6 font 10, qui ſera l'heure preſente. Si à tel jour la Lune marquoit 8 h. il ſeroit minuit.

Pareillement ſi la Lune marquoit 9 h. à ſon 10^me ou 25^me jour, auxquels répondent 8 h. 8 & 9 font 17; ôtez 12, reſtent 5 pour la vraie heure, & ainſi des autres.

On connoît l'âge de la Lune par le moyen de l'épacte de l'année courante en cette maniere. A l'épacte, ajoûtez le nombre des mois paſſez, commençant à Mars avec le nombre des jours du mois preſent; la ſomme ſera l'âge de la Lune, en rejettant les 30 s'il excede; comme, par exemple, l'an 1716, au 25 Mars, l'épacte étant 6, & le nombre des mois 1, la ſomme totale ſera 32, de laquelle ôtant 30, reſtera 2 pour l'âge de la Lune, en ajoûtant cependant 1, d'autant que la Lune ſe joint au Soleil plûtôt preſque d'un jour que ne donne l'épacte.

L'on trouve facilement des Tables qui marquent les épactes, mais on pourra les connoître en ajoûtant 11 à l'épacte courante; ſi le nombre paſſe 30, ôtez 30, le reſte ſera l'épacte, & s'il eſt 30, comptez 1, & non pas 30. Cette maniere de trouver l'âge de la Lune n'eſt pas ſi exacte que par le calcul des Ephemerides.

Conſtruction d'un Cadran pour connoître l'heure aux Etoiles.

LA figure 3 repreſente l'arrangement des principales Etoiles qui compoſent la conſtellation de la grande Ourſe & celle de la petite Ourſe autour du Pole, & de l'Etoile Polaire.

Le

Le Cadran aux Etoiles, dont nous allons parler, ſe fait par la connoiſſance du mouvement journalier que font autour du Pole ou de l'Etoile Polaire qui n'en eſt preſentement éloignée que de deux degrez ou environ, les deux Etoiles de la grande Ourſe que l'on appelle ſes gardes, ou la Claire du quarré de la petite Ourſe, comme elles ſont marquées en ladite figure.

Pour la conſtruction de ce Cadran il faut premierement ſçavoir l'aſcenſion droite de ces Etoiles, ou à quels jours de l'année elles ſe trouvent dans le même cercle horaire que le Soleil; ce qui ſe peut connoître par le calcul Aſtronomique ou par un Globe, ou avec un Planiſphere celeſte conſtruit ſur les nouvelles Obſervations, en mettant ſous le Méridien l'Etoile dont il s'agit, & en examinant quel degré de l'Ecliptique ſe trouve en même tems ſous ce Méridien. Par cette méthode on trouvera, par exemple, que la Claire du quarré de la petite Ourſe ſe trouve avec le Soleil ſous le Méridien deux fois l'année; ſçavoir, en l'année 1715, une fois le 8 May, au-deſſus du Pole; & l'autre fois le 8 Novembre, au-deſſous du Pole, c'eſt pourquoi en ces deux jours de l'année cette Etoile marquera les mêmes heures que le Soleil. On trouvera de même que les deux Etoiles que l'on nomme les gardes de la grande Ourſe, ſe trouvent deux autres jours de l'année ſous le même Méridien ou Cercle horaire que le Soleil; ſçavoir, le premier jour de Septembre, au-deſſous du Pole, & le premier jour de Mars au-deſſus.

En ces deux jours de l'année ces Etoiles marqueront les mêmes heures que le Soleil; mais comme les Etoiles fixes retournent au même Méridien chaque jour plûtôt que le Soleil d'environ 1 d. ou 4 m. d'heure, ce qui fait 2 h. par mois, c'eſt ce qu'il faut remarquer pour avoir l'heure du Soleil, qui eſt la meſure de nos jours.

Ces connoiſſances étant ainſi établies, il ſera facile de conſtruire un Cadran aux Etoiles en la maniere ſuivante.

Cet Inſtrument eſt compoſé de deux plaques circulaires appliquées l'une ſur l'autre; la plus grande a un manche pour tenir à la main l'Inſtrument dans les uſages qu'on en fait.

La plus grande roue qui a environ deux pouces & demi de diametre, eſt diviſée en 12 pour les 12 mois de l'année, & chaque mois de 5 en 5 jours; de telle ſorte que le milieu du manche réponde juſtement au jour de l'année auquel l'Etoile, dont on veut ſe ſervir, a même aſcenſion droite que le Soleil. Si, par exemple, cet Inſtrument eſt fait pour les deux gardes de la grande Ourſe, il faut que le premier jour de Septembre ſoit vis-à-vis le milieu du manche; & s'il Fig. 4.

eſt fait pour la Claire de la petite Ourſe, il faut que le 8me jour de Novembre ſoit au milieu du manche; c'eſt pourquoi ſi l'on veut que le même Cadran ſerve pour l'une & l'autre de ces Etoiles, il faut rendre le manche mobile autour de ladite rouë, afin de l'arrêter où l'on voudra; ce qui eſt facile à faire par le moyen de deux petites vis.

La rouë de deſſus qui eſt la plus petite, doit être diviſée en 24 parties égales, ou deux fois 12 h. pour les 24 h. du jour, & chaque heure en quarts, ſelon l'ordre qui paroît en ladite figure. Ces 24 h. ſe diſtinguent par autant de dents, dont celles où ſont marquées 12 h. ſont plus longues que les autres, afin de pouvoir compter les heures pendant la nuit ſans lumiere.

A ces deux rouës on ajoûte une regle ou alidade qui tourne autour du centre, & qui déborde au-delà de la plus grande circonference.

Ces trois pieces doivent être jointes enſemble par le moyen d'un clou à tête, & percé de telle ſorte qu'il y ait au centre un petit trou d'environ 2 lignes de diametre pour voir facilement à travers, l'Etoile Polaire. Il eſt à propos que le mouvement de ces pieces ſoit un peu ferme, afin que chacune reſte où l'on la met pendant l'Obſervation.

USAGE.

TOurnez la rouë des heures juſqu'à ce que la plus grande dent où eſt marqué 12 h. ſoit ſur le jour du mois courant; approchez l'Inſtrument de vos yeux, le tenant par le manche, en ſorte qu'il ne panche ni à droite ni à gauche, & qu'il ſoit à peu près parallele au Plan de l'Equateur; & ayant vû par le trou du centre l'Etoile Polaire, tournez l'alidade juſqu'à ce que ſon extremité, qui paſſe au-delà des circonferences des cercles, raſe la Claire du quarré de la petite Ourſe. Si l'Inſtrument eſt diſpoſé pour cette Etoile, la dent de la rouë des heures qui ſera ſous l'alidade marquera l'heure preſente, que vous pourrez connoître ſans lumiere en comptant les dents depuis la plus grande qui eſt pour 12 h.

Cette Etoile que nous appellons la Claire de la petite Ourſe, eſt une des deux qui forment le derriere du quarré. Elle precede l'autre dans le mouvement journalier, & eſt moins éloignée qu'elle de l'Etoile Polaire. On fait la même operation pour les gardes de la grande Ourſe, quand l'Inſtrument eſt fait pour ces Etoiles.

Les deux Etoiles, que nous appellons les Gardes de la grande Our-

Ourſe, ſont preſque en ligne droite avec l'Etoile Polaire & ſont de ſa même grandeur. Ces deux Etoiles ſervent beaucoup à la faire connoître.

CHAPITRE VII.

Contenant la Conſtruction d'un Horloge à l'Eau.

CEt Horloge eſt compoſé d'une eſpece de tambour ou boëte ronde, marquée B, faite de métail, bien ſoudée; dans laquelle il y a une certaine quantité d'eau préparée & pluſieurs cellules qui ont communication les unes avec les autres par un petit trou qui eſt proche de la circonference, & qui ne laiſſe écouler l'eau qu'autant qu'il eſt néceſſaire pour faire deſcendre peu à peu cette Montre par ſon propre poids; elle eſt ſuſpenduë aux points A, par deux ficelles fines & égales de groſſeur, & qui ſont entortillées autour de l'aiſſieu de fer marqué D, qui traverſe à angles droits de part & d'autre le milieu juſte du tambour, & qui en deſcendant ſans faire aucun bruit, montre les heures par les deux bouts dudit aiſſieu. Les heures ſont marquées des deux côtez de la boëte ſur un Plan vertical. Leurs diviſions ſe font en cette maniere: On remonte le tambour en tortillant la ficelle, juſqu'à ce que le tambour ſoit au haut du Plan où l'on veut commencer la diviſion des heures; puis on laiſſe deſcendre le tambour pendant 12 h. on ſe regle ſur une bonne Pendule ou ſur un Cadran au Soleil; on diviſe enſuite tout l'eſpace que l'aiſſieu a parcouru, en autant de parties égales qu'il s'eſt écoulé d'heures ou de demi-heures, puis on place les heures vis-à-vis ces parties. *XXVIII. Planche. Fig. 5.*

Il ſe fait auſſi de ces machines qui marquent les heures par une éguille qui tourne autour d'un Cadran de Pendule ordinaire, comme la même figure le montre. Cela ſe fait par le moyen d'une rouë ou poulie de 4 à 5 pouces de diametre, qui eſt attachée derriere le Cadran par une verge de cuivre ou d'acier qui la traverſe au centre; un des bouts ds ladîte verge eſt retenu dans un petit trou qui lui ſert de ſupport, & l'autre bout porte l'éguille qui marque les heures. Ladite éguille tourne par le moyen d'un cordon de ſoie torſe un peu groſſe, qui paſſe autour de la Poulie & qui a un de ſes bouts accroché à l'aiſſieu à l'endroit marqué H; on attache à l'autre bout de la ſoie un petit plomb, comme F, alors le tambour deſcendant doucement, entraîne avec lui le crochet H, & fait tourner en

même tems la poulie qui fait elle-même tourner l'éguille, laquelle par ce moyen marque l'heure qu'il eſt. La circonference de la poulie doit être proportionnée à l'eſpace ou diſtance que l'aiſſieu du tambour a occupé pendant 12 h. c'eſt-à-dire, qu'on prend avec une ficelle la longueur juſte de cette diſtance, & on fait une poulie dont la circonfererence ſoit juſte de la longueur de cette ficelle, alors la poulie & l'éguille auront fait un tour autour du Cadran en 12 h. Quand le tambour deſcend un peu trop vîte, & que la montre avance, alors on met un plomb en F un peu plus peſant, & quand il va un peu trop doucement, il en faut mettre un plus leger. L'on fait auſſi de ces Montres qui ſervent de réveil-matin; cela ſe fait par le moyen d'une détente qu'on ajuſte au deſſous de l'Horloge, & ayant placé l'aiſſieu ſur cette détente, on met l'éguille ſur l'heure qu'on veut s'éveiller, puis on remonte le tambour, & on replace l'éguille ſur l'heure qu'il eſt; le lendemain l'axe du tambour poſant ſur la détente la fera tomber, alors un cordon auquel eſt attaché un plomb, étant paſſé autour d'une petite poulie de cuivre, fait mouvoir une rouë de balancier, qui par ſon mouvement fait fraper avec vîteſſe un petit marteau ſur un timbre, juſqu'à ce que le plomb ſoit en bas.

Conſtruction du Tambour.

Fig. 6. IL ſe fait quelquefois d'argent battu, mais pour le plus facile on le fait d'étain fin; le diametre de chaque fonds eſt d'environ 5 pouces, & tout le tambour a deux pouces d'épaiſſeur tout monté. Il doit être bien parallele & bien égal en tout ſens; le dedans eſt diviſé en ſept caſes ou cellules, & quelquefois en cinq, comme la figure le marque. On ajuſte autant de Plans inclinez en languetes de même matiere, qu'on ſoude à chaque fonds & à la circonference concave du tambour; elles ſont longues d'environ deux pouces chacune, comme BF, AL. EI, DH, CG. Elles ont une telle pente en tournant, qu'elles reçoivent l'eau par un petit trou qui eſt au haut de chaque languete vers la circonference, & la fait aller d'une cellule à l'autre; à meſure que la machine roule en deſcendant, elle marque les heures ſur un Plan vertical par l'extremité de l'axe, qui, comme nous avons dit, la traverſe à angles droits en entrant en ſon milieu dans un trou quarré M; on met ordinairement dans les tambours de cette grandeur 6 à 7 onces d'eau diſtilée. Avant que de mettre l'eau, il faut avoir grand ſoin de bien ſouder les lames au fond & à la circonference; on les ſoude d'abord ſur un

des

des fonds, comme la figure le repreſente; puis on a un petit quarré d'argent qu'on ajuſte aux deux fonds, & qui traverſe le tambour, enſuite on ſoude le tout au fond avec de la ſoudure bien coulante; puis on ſoude la bande en cercle qui forme la circonference; de maniere que l'eau ne puiſſe ſortir par aucun endroit. On la fait entrer par deux trous poſez ſur un même diametre, & éloignez également du centre M, puis on les bouche bien, en les ſoudant de la même matiere, afin d'empêcher l'air d'entrer, & l'eau d'en ſortir dans les mouvemens que la machine fait en tournant avec ſon aiſſieu & en deſcendant inſenſiblement par le dévelopement des deux cordes fines qui entortillent l'axe.

Cette conſtruction ſe fait de cette maniere, quand les tambours ſont faits d'argent; mais lorſqu'ils ſont faits d'étain, qui ſont les plus commodes, on fond dans un moule la circonference avec un des fonds, enſuite l'on tourne l'une & l'autre en-dedans & en-dehors, afin que le tout ſoit bien égal d'épaiſſeur, puis on acheve le tambour de la maniere que je viens d'expliquer, en ſoudant les cellules avec de la ſoudure d'étain, en ſe ſervant pour cela de petits fers chauds.

On voit par la figure 6, que les languetes ou diviſions qui ſont en-dedans du tambour ne viennent point ſe joindre l'une à l'autre, mais finiſſent en G, H, I, L, F, afin que lorſqu'on remonte le tambour l'eau paſſe vîte d'une diviſion dans l'autre, de ſorte que le tambour reſte à telle hauteur qu'on le voudra, parce qu'à chaque mouvement qu'on lui donnera en le remontant, l'eau paſſant en groſſe quantité par les vuides qui ſeront de G en M, elle prendra auſſi-tôt ſon équilibre, ce qui n'arriveroit pas ſi les caſes étoient abſolument fermées; les petits trous qui ſont aux extremitez des languetes, n'étant pas ſuffiſans pour faire écouler l'eau auſſi promptement qu'il le faudroit, l'eau ne paſſant que goutte à goutte par les petits trous.

Il eſt évident que ſi cette Pendule étoit ſuſpenduë par ſon centre de gravité, comme il arriveroit ſi la ſurface de l'aiſſieu paſſoit exactement par le centre de la machine, elle demeureroit immobile, & que ce qui la fait mouvoir eſt qu'elle eſt ſuſpenduë hors de ſon centre de peſanteur par les ficelles qui entourent ſon aiſſieu, qui ne doit avoir, par rapport à la grandeur du tambour & à l'eau qu'il contient, qu'environ une ligne ou une ligne & demie de groſſeur, & être bien égal en toute ſa longueur; il n'eſt pas néceſſaire d'avertir qu'il doit être quarré par le milieu, afin de remplir juſte le trou des fonds du tambour.

De la groſſeur de l'aiſſieu dépend la vîteſſe ou la modération du mouvement du tambour; car plus l'axe eſt gros, plus il deſcend vîte, & moins il a de diametre, plus il va lentement, en ce qu'il y a plus ou moins d'excentricité, & que par conſequent l'eau paſſe plus ou moins vîte d'une cellule à l'autre, ce qui fait que la force de ſon mouvement ſe trouve plus ou moins balancée par la peſanteur de l'eau que contient la cellule oppoſée.

Si on vouloit avoir le plaiſir de voir la circulation de l'eau dans une de ces machines, on pourroit faire faire un tambour, dont il y eût un des fonds qui fut vitré; toute la difficulté ne ſeroit que de trouver un maſtique qui pût faire tenir les morceaux de glace qui compoſeroient ce fond ſur le métal du tambour.

Pour monter cette Montre, quand elle eſt deſcenduë preſqu'au bas des cordes, il faut la hauſſer avec la main en la faiſant tourner, en ſorte que les cordes s'entortillent tout au long de l'aiſſieu également, & qu'il ſoit ſuſpendu horiſontalement.

J'ai dit qu'il falloit que l'eau qu'on met dans les tambours fût diſtilée, autrement il faudroit la changer ſouvent, en ce qu'il ſe formeroit un limon ou craſſe autour des petits trous, qui empêcheroit l'eau de paſſer comme il faut.

Pour diſtiler l'eau facilement ſans feu, on la fera paſſer dans une bouteille de verre ou de terre bien nette, mettant dans ſon ouverture un entonnoir de telle grandeur qu'on voudra, & on mettra dedans deux morceaux de papier blanc fait auſſi en entonnoir, puis ayant mis l'eau on la fera paſſer goutte à goutte à dans la bouteille, & ayant repeté cette operation pluſieurs fois, l'eau deviendra pure & claire & ſe conſervera long-tems : on filtre encore l'eau au travers d'un morceau de drap, & l'ayant fait repaſſer quatre à cinq fois, on lui ôtera toute ſa crudité & ſon impureté.

On peut mettre un peu d'eau diſtilée avec du thim ou du romarin, ou de l'eſprit-de-vin parmi l'eau, pour l'empêcher de geler l'Hyver, mais comme cela la rendroit un peu mordiquante, & par ce moyen pourroit faire agrandir les trous des cellules, j'aimerois mieux la laiſſer ſeule, & mettre la machine à un endroit où elle ne pût pas geler dans le grand froid.

On peut faire de ces ſortes d'Horloges, dont le tambour ſeroit enfermé dans une boëte à pendule ordinaire, dont le mouvement pourroit étre tellement ralenti qu'il ne deſcendroit en 24 h. que d'environ 10 pouces, & qui ſonneroit les heures, & marqueroit les autres choſes que marquent les Pendules à rouës, les plus curieuſes, dont

dont je reſerve à un autre tems de donner la conſtruction; comme auſſi celle des Pendules à rouës, à reſſorts & à ſonneries, qui marquent les ſecondes & ſervent à l'Aſtronomie.

CHAPITRE VIII.

Contenant la Conſtruction d'un Cadran pour connoître le vent qui ſouffle, ſans ſortir de ſa Chambre.

IL faut attacher au plancher de la Chambre ou au manteau de la cheminée, ou bien a une muraille, un grand cercle diviſé en 32. airs ou rumbs de vents, en ſorte que le Nord & Sud réponde à la ligne Méridiene, ce qu'on pourra facilement faire par le moyen d'une Bouſſole; il faut que ce Cadran ait une éguille mobile antour de ſon centre, comme les Cadrans des Horloges ordinaires, & que cette éguille ſoit attachée à un aiſſieu perpendiculaire à l'horiſon qui ſe puiſſe mouvoir facilement au moindre vent, & ce par le moyen d'une giroüete qui doit être placée au-deſſus du toit de la même Chambre; car le vent faiſant tourner la giroüete fera auſſi tourner ſon aiſſieu & en même tems l'éguille qui lui eſt attachée, laquelle de cette maniere montrera ſur le Cadran le vent qui ſoufle.

Par le mouvement de la giroüete AB, qui doit être de fer, & fixement attachée avec l'aiſſieu CD, cet aiſſieu auſſi tourne avec elle. Cette branche de fer eſt poſée verticalement à l'horiſon, & ſoûtenuë en haut par le Plan horiſontal EF, qui eſt une piece de fer attachée à quelque endroit pour maintenir l'aiſſieu. Au bas dudit aiſſieu eſt poſé un quarré d'acier GH, ſur lequel eſt frapé un coup de pointeau pour faire entrer la pointe de l'axe qui doit être d'acier trempé, ſur lequel il s'appuie en D; de ſorte que ne s'appuïant preſque que ſur un point, il puiſſe ſe mouvoir avec beaucoup de facilité & au moindre vent. Le pignon IK doit avoir huit dents cannelées & égales pour les huit principaux vents, & dans leſquelles on fait engrainer les dents du roüet LM, qui en a 16 ou 32, ſuivant les vents marquez au Cadran, & qui par ce moyen eſt mis en mouvement par la giroüete, & fait auſſi tourner ſon aiſſieu PQ, qui étant poſé parallele à l'horiſon, traverſe le mur T à angles droits auſſi-bien que le Cadran qu'on attache à la muraille. L'éguille R, qui marque les vents, eſt attachée au bout de cet aiſſieu & fait le même mouvement que lui. Les noms des vents doivent

être

être diſtinguez au Cadran par des Lettres capitales, comme aux Bouſſoles dont nous avons parlé ci-devant.

L'on voit par la diſpoſition de toute la machine que le vent faiſant tourner la giroüete AB, elle entraîne avec elle le grand aiſſieu CD, qui fait auſſi tourner en même tems le pignon IK, auquel engrainent les dents du roüet LM, lequel le faiſant tourner auſſi-bien que ſon axe, entraîne par conſequent l'éguille qui lui eſt attachée à ſon extremité; & par ce moyen on a le plaiſir de ſçavoir le vent qui regne, ſans ſortir de ſa Chambre.

Quand le lieu où l'on veut placer le Cadran eſt un peu éloigné du haut de la Maiſon où doit être toûjours placée la giroüete, on peut allonger le grand axe tant qu'on voudra avec des vis, & même faire des renvois par des pignons & des roüës; tout cela eſt facile à entendre.

Fin du huitiéme Livre.

Deſcription des principaux Outils dont on ſe ſert pour la conſtruction des Inſtrumens de Mathematique.

LE principal Outil & le plus néceſſaire eſt un gros Etau. Il ſert à tenir l'ouvrage pour le limer, & autre uſage. Il faut que l'Etau ſoit bien limé, que les mords ſe joignent bien, qu'ils ſoient taillez en lime & d'une bonne trempe, & que la vis s'ajuſte comme il faut dans ſa boëte. On l'attache fortement à un Etabli qui doit être ſcelé fixement. en quelque endroit que ce ſoit.

On ſe ſert auſſi de petits Etaux à main, de differente groſſeur, ſuivant l'ouvrage qu'on veut limer.

L'Enclume ou Taſſeau ſert pour écroüir & dreſſer l'ouvrage au Marteau. Elle doit être d'acier trempé & bien unie, & eſt placée ſur un gros billot de bois pour la maintenir à la place où elle eſt poſée.

Il y a des Taſſeaux d'Etabli qui ſervent à dreſſer & à river les petits

Fig. 1.

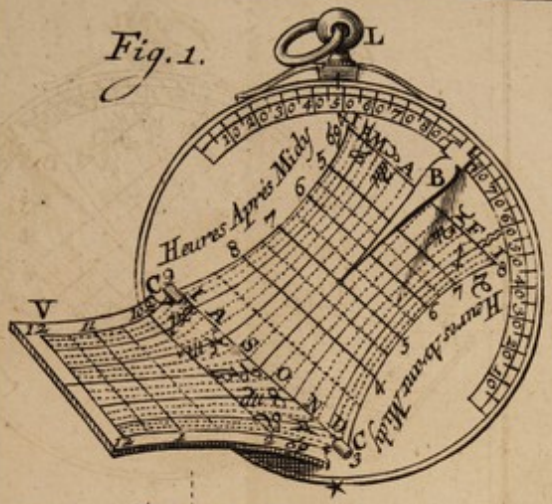


Fig. 2.

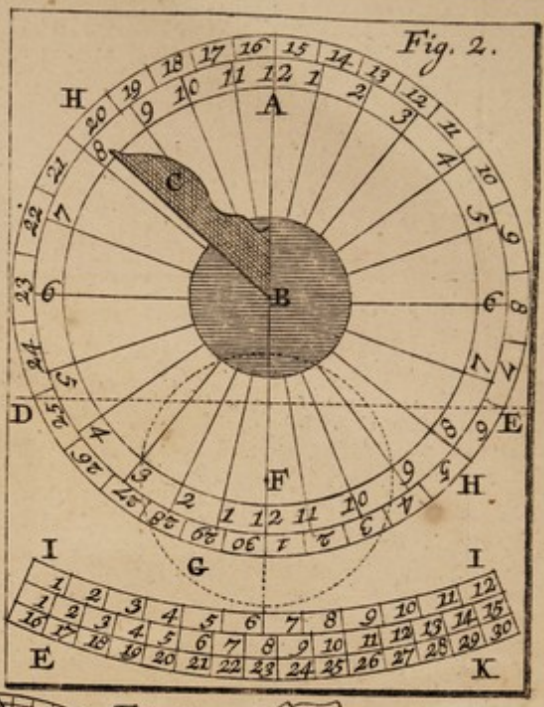


Fig. 3.

Fig. 4.

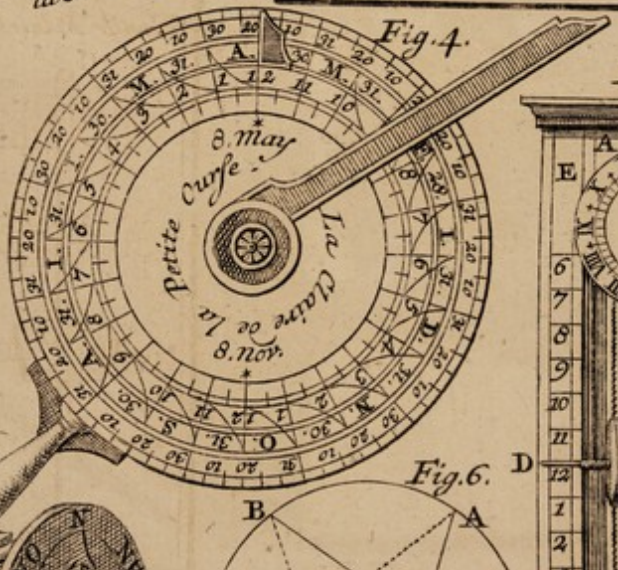


Fig. 5.

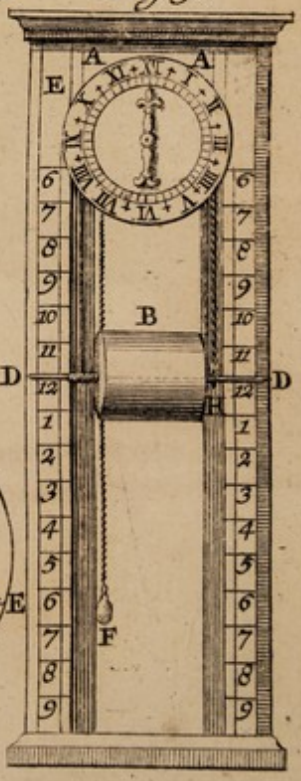


Fig. 7.

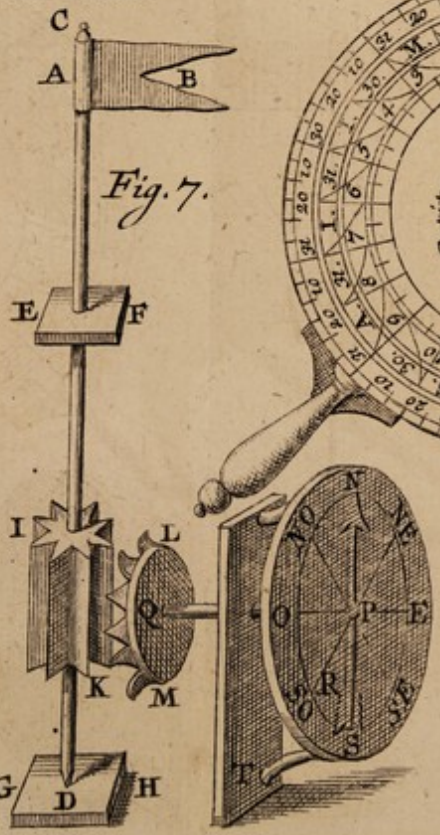
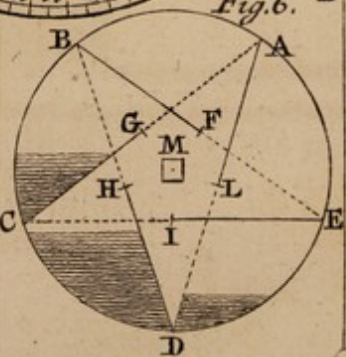


Fig. 6.



petits ouvrages; à quelques-uns il y a d'un côté un bout qui eſt rond & qui va en pointe, il ſert à arrondir les Virolles; & de l'autre côté le bout eſt quarré & va auſſi en diminuant. On nomme cette ſorte de Taſſaux, Bigornes.

Les Scies à main ſont faites de maniere qu'il y a une branche qui bande les feüillets de differentes épaiſſeurs, & qu'on arrête par le moyen d'une vis & d'un écrou.

Il eſt néceſſaire d'avoir de bonnes Limes. Celles d'Allemagne ſont les meilleures pour les rudes: pour les bâtardes & les douces, celles d'Angleterre ſont fort bonnes. On doit auſſi avoir de petites Limes rudes & douces, à refendre, en triangle, de quarrées, de rondes, demi-rondes, &c. des rapes pour dégroſſir le bois; des Marteaux un peu gros à panne droite & à panne de travers, pour étirer, dreſſer & planir l'ouvrage; des petits Marteaux d'Etabli pour river les clous; des Marteaux à tête ronde pour emboutir les pieces en rond, &c.

Des Filieres doubles & ſimples qui ſervent à faire des vis, dont les Pas & Taraux ſoient de differente groſſeur & fineſſe.

Tenailles & Pinces de pluſieurs façons. Ciſoires de differentes grandeurs pour couper le métal. Bruniſſoir pour polir l'ouvrage. Des Forets d'acier de diverſes groſſeurs pour percer les trous, dont un bout eſt limé en langue de chat, & l'autre en pointe: on s'en ſert de differente maniere. Il y en a qu'on met dans un Tour à percer, qui eſt compoſé d'une moyene barre de fer quarrée, de deux petites Poupées qui portent une Boëte à bobine, dans laquelle on place le Foret dans un trou quarré qui traverſe le corps de la Boëte, & qu'on fait tourner par le moyen d'un Archet fait d'un bout de Fleuret qui eſt percé par le haut, dans le trou duquel on paſſe une corde à boyau. On met cet Outil dans l'Etau quand on veut s'en ſervir. On perce auſſi en mettant l'ouvrage dans l'Etau, & le Foret dans une bobine, ſoit de bois ou de cuivre. On applique le bout du Foret dans un petit creux qu'on fait à une plaque de cuivre ou de fer, & qu'on appuie contre l'eſtomach; alors plaçant la pointe du Foret à l'endroit qu'on veut percer, on fait tourner le Foret par le moyen d'un Archet.

Le Tour eſt auſſi d'un grand uſage; le plus ſimple eſt fait de deux Poupées de cuivre ou d'acier qui coulent au long d'une barre de fer quarrée, & d'un ſupport qui coule pareillement au long de ladite barre & qui ſert d'appui aux Outils. Au haut des Poupées ſont deux vis d'acier trempé qui les traverſent, & qu'on arrête par le moyen

d'un écrou. Pour ſe ſervir de ce Tour on le place dans l'Etau & on met l'ouvrage qu'on veut tourner entre les deux pointes des vis ; quand on veut tourner à la main on ſe ſert d'un Archet fait d'un Fleuret mince, dans le bout duquel on paſſe une corde à boyau ou de foüet.

Les grands Tours pour tourner au pied, ſont compoſez de deux poupées & de deux jumelles ou couliſſes de bois, de la longueur & groſſeur proportionnée au Tour ; elles ſont ſoutenuës par deux pieces de bois qu'on nomme les pieds du Tour. Les couliſſes ſont poſées de niveau & diſtantes l'une de l'autre de deux à trois pouces ſuivant la groſſeur des poupées qui doivent ſe mettre entre deux. Ces couliſſes ſont aſſemblées par les bouts ſur les pieds qui ont environ quatre pieds de hauteur, & ſont aſſemblées en bas dans deux autres pieces de bois poſées de travers pour rendre la machine plus ſtable & plus ſolide.

Les Poupées ſont deux pieces de bois d'égale groſſeur & longueur ; une partie de ces Poupées doit être entaillée pour ſe mettre entre les deux couliſſes ; le reſte qui eſt la tête de la Poupée, & qui eſt coupé quarrément, poſe ſolidement deſſus la couliſſe, & afin qu'elles ſoient plus fermes, il y a des clefs de bois que l'on fait entrer à coups de maillet dans des mortoiſes, qui ſont au bas des Poupées au-deſſous de là couliſſe.

Au haut de chaque Poupée il y a une pointe d'acier trempé ſolidement enclavée dans le bois ; les deux pointes doivent être ſi juſtement placées, qu'elles ſe touchent dans un même point quand on les approche l'une de l'autre.

Il y a auſſi une barre de bois qui va tout du long & qui eſt ſoûtenuë par les bras des poupées qui s'approchent & s'éloignent comme on veut. Cette barre ſert d'appui pour les outils lorſqu'on travaille.

Contre le plancher & au-deſſus du Tour eſt une perche diſpoſée en arc, au bout de laquelle il y a une corde qui deſcend juſques à terre & qui s'attache au bout d'une piece de bois qu'on nomme le Marche-pied. Quand on veut travailler l'on tourne la corde autour de la piece qu'on veut tourner, ou d'un Mandrin qui lui eſt ajuſté ; & en apuïant le pied ſur la Marche, l'on fait tourner l'ouvrage par le moyen de la perche ou de l'arc qui fait reſſort, puis avec des Outils propres aux ouvrages qu'on appuie ſur le ſupport, & qu'on poſe contre les pieces qu'on veut tourner, on les dégroſſit d'abord avec de gros outils, & enſuite on les finit avec d'autres plus délicats.

Comme toutes ſortes d'ouvrages ne ſe peuvent pas tourner entre

tre deux pointes, & qu'il les faut ſouvent tourner en l'air, on ôte une des poupées, & on y met à ſa place une piece de bois garnie de fer, qu'on nomme Lunete, qui s'ajuſte dans les couliſſes de même que les poupées ordinaires, & qui au lieu de pointe ont un trou bien rond, dans lequel on fait entrer le colet d'un arbre de fer, dont l'autre bout eſt ſoûtenu par la pointe de l'autre Poupée.

Cet arbre a 15 ou 18 pouces de longueur & eſt compoſé de cette maniere: Au bout, qui eſt appuïé contre la Lunete, eſt une vis d'un fort gros pas, ſur lequel on monte à vis differentes boëtes de cuivre, dans leſquelles on fait tenir fermes des morceaux de bois, qui ſervent à placer les differentes pieces qu'on veut tourner. A l'autre bout de l'arbre on fait pluſieurs pas de vis de differentes groſſeurs & fineſſes, afin de pouvoir faire des vis ſur le Tour aux ouvrages.

Environ au milieu de cet arbre eſt un Mandrin ou Poulie de bois autour de laquelle eſt la corde. Pour que cet outil ſoit bien juſte & bien dreſſé, il eſt néceſſaire qu'il ſoit fait ſur le tour.

On peut rapporter ſur cet arbre pluſieurs autres piecés pour former le tour des figures irregulieres, comme l'ovale, des roſes, des cœurs, des godrons, des colonnes torſes, &c. Toutes ces pieces ſont limées de la figure qu'on veut qu'elles faſſent, & ont un trou quarré au milieu, qu'on ajuſte à un quarré qui eſt vers le bout de l'arbre.

Quand les pieces ſont diſpoſées dans l'arbre, l'on met ſon bout qui eſt en pointe dans un petit trou qui eſt à la Poupée, & l'autre bout eſt paſſé dans la Lunete, qui eſt faite de maniere qu'il y a deux pieces qui font reſſort, qui appuie & repouſſe la figure, & par ce moyen fait avancer ou reculer l'arbre plus ou moins ſelon la figure, & c'eſt ce qui fait que l'outil de celui qui travaille donne la forme à l'ouvrage, qui s'en approche ou s'en éloigne ſelon que l'arbre approche ou recule de ſa rencontre; car il faut toûjours tenir l'outil ferme ſur l'appui. Comme on ne ſe ſert pas ordinairement de ces ſortes de figures pour les Inſtrumens de Mathematique, je ne m'étendrai pas d'avantage ſur cette maniere de tourner.

Le principal uſage de cet arbre eſt de ſervir à tourner des cercles en l'air, à faire des rainures dans les Bouſſoles, & autres choſes ſemblables. Cela ſe fait en plaçant les pieces qu'on veut tourner ſur le bois qui tient aux boëtes dont nous avons parlé ci-devant, & qu'on ajuſte ſur le Tour pour récevoir leſdites pieces.

Les appuis ou ſupports ſont auſſi diſpoſez ſuivant l'ouvrage

qu'on veut faire, les uns ſur le devant, & les autres ſur le côté.

A l'égard des vis elles ſe forment en dedans comme en dehors de l'ouvrage, en faiſait entrer le pas qu'on ſouhaite dans une piece de bois tarodée du même pas, & qu'on place à la poupée qui porte le bout de l'arbre; on ajuſte à cette poupée autant de pieces tarodées qu'il y a de pas au bout dudit arbre. L'autre bout de l'arbre où eſt un colet d'une même groſleur, entre juſte dans le trou de la Lunete; alors appuyant avec le pied ſur la marche, cela fait avancer ou reculer l'ouvrage, de maniere que vous formez la vis ou l'écrou avec des fers à pluſieurs dents que l'on fait expres, ſuivant les pas marquez ſur vôtre arbre.

Pour les Outils à Tourner on ſe ſert pour le bois, de Gouges, de Ciſeaux, de Becs-d'âne, &c. pour le cuivre ou autres métaux on ſe ſert de plus petits Outils faits de bon acier trempé, comme gros Burins pour dégroſſir l'ouvrage, des plates-bandes, d'autres pour faire des groges rondes & des Gorges quarrées, des Fers crochus, des Outils dentelez par le bout, d'autres dentelez par le Côté pour former les vis, &c.

Voilà en partie les principaux Outils avec ceux dont j'ai parlé dans le corps de l'ouvrage dont on ſe ſert plus communement. On pourra facillement ſuppléer aux autres, ſuivant le beſoin qu'on en aura.

Comme la plûpart de ces Outils doivent être faits par ceux qui s'en ſervent, je vais donner la maniere de bien choiſir le métal propre à leur conſtruction.

Le meilleur acier pour faire les Outils vient d'Allemagne. Pour être bon il doit être ſans pailles, veines noires, ni fourrures de fer; ce qu'on pourra connoître en le caſſant, & voyant ſi le grain eſt bien fin & bien égal.

Il faut prendre garde en forgeant les Outils ou autre choſe, de ne pas brûler ni ſurchaufer l'acier, & le forger avec le plus de promtitude qu'il ſera poſſible, car plus il eſt au feu, plus il ſe gâte.

Pour tremper les Outils, après qu'ils ont été forgez & limez, on les fait rougir dans le feu un peu plus que la couleur de ceriſe, après quoi on les trempe dans de l'eau de fontaine ou de puits; la plus froide eſt la meilleure. On ne retire l'Outil qu'aprés qu'il eſt froid, & on lui donne un peu de recuit, c'eſt-à-dire, qu'on le met auſſitôt ſur une piece de fer chaud, juſques à ce que la blancheur qu'il a contractée par la trempe, vienne à ſe perdre en devenant de couleur jaunâtre, & alors on rejette promtement l'Outil dans l'eau, ſans

ſans attendre qu'il devienne bleu, parce qu'il perdroit ſa force.

Pour tremper les Limes en paquet & autres pieces que l'on fait de fer, on prend de la ſuie de cheminée, la plus dure & la plus groſſe, qu'on met en poudre bien fine, & qu'on fait tremper dans de l'urine & du vinaigre, y ajoûtant un peu de ſel fondu pour la rendre comme une pâte liquide.

Après que l'on a détrempé la ſuie on en couvre les Outils, en faiſant un paquet du tout, qu'on couvre enſuite de terre; on met le tout chaufer dans un feu ardent de charbon de bois, & quand il eſt un peu plus rouge que la couleur de ceriſe, on le jette dans quelque vaiſſeau plein d'eau très-froide, & l'ouvrage ſera ſuffiſamment dur.

Nous avons parlé ci-devant de la maniere de ſouder le cuivre ou l'argent l'un avec l'autre; il eſt bon de ſçavoir que le fer ſe braſe auſſi l'un avec l'autre; en mettant du laiton mince ſur la piece qu'on veut braſer, & du borax en poudre, & la couvrant de charbon de tous côtez, que l'on chaufe juſques à ce que l'on voye fondre & couler le lation.

J'ai donné la maniere de faire la ſoudure d'argent, comme auſſi celle de cuivre. On en fait une avec de l'étain qu'on met en groſſe limaille avec une râpe dans laquelle on y mêle une ſixiéme partie de Sel armoniac, avec de l'huile d'olive. Cette ſoudure eſt fort coulante, & eſt bonne pour les ouvrages qu'on ne veut pas trop chaufer.

Il eſt bon d'avertir qu'on ne doit pas battre ni forger le laiton jaune étant chaud, car il ſe caſſe. A l'égard du cuivre rouge il ſe bat à chaud & à froid, mais on ne s'en ſert guéres dans la fabrique des Inſtrumens de Mathématique, le cuivre jaune étant plus beau & plus propre pour ces ouvrages-là.

Le laiton ſe fait avec le cuivre rouge & la calamine, que eſt une pierre qui donne la teinture jaune au métal; elle ſe trouve en France & au Païs de Liége.

L'or & l'argent ſe battent & ſe forgent à chaud & à froid. Ils ſe fondent auſſi à peu près comme le cuivre, mais pour dégraiſſer & ſéparer l'ordure de la limaille, & on la met dans le creuſet avec environ une dixiéme partie de ſalpêtre. Les Inſtrumens de Mathématique ſe travaillent avec l'or & l'argent de la même maniere qu'avec le laiton.

FIN.

TABLE

DES LIVRES, CHAPITRES ET SECTIONS

Contenus en ce Traité.

DEfinitions néceſſaires pour l'intelligence de ce Traité, Page 1

Des Inſtrumens les plus ordinaires.

LIVRE PREMIER.

Chapitre I. *DE la conſtruction & des uſages du Compas, de la Regle, du Tire-ligne & du Porte-craïon*, 9

Chap. II. *De la conſtruction & uſage de l'equerre*, 24

Chap. III. *De la conſtruction & des uſages du Rapporteur*, 26

Du Compas de Proportion.

LIVRE SECOND.

Chap. I. *DE la conſtruction du Compas de Proportion*, 29

Sect. I. *De la Ligne des parties égales*, 30

Section II. *De la Ligne des Plans*, 31

Section III. *De la Ligne des Polygones*, 34

Section IV. *De la Ligne des Cordes*, 37

Section V. *Le la Ligne des Solides*, 38

Section VI. *De la Ligne des Métaux*, 40

Section VII. *Des preuves des diviſions des ſix Lignes*, 42

Chap. II. *Des uſages du Compas de Proportion*, 46

Section I. *Des uſages de la Ligne des parties égales*, ibid.

Section II. *Des uſages de la Ligne des Plans*, 49

Section III. *Des uſages de la Ligne des Polygones*, 53

Section IV. *Des uſages de la Ligne des Cordes*, 54

Section V. *Des uſages de la Ligne des Solides*, 57

Section VI. *Contenant le conſtruction & l'uſage de pluſieurs autres ſortes de Jauges*, 64 . 69

Section VII. *Des uſages de la Ligne des Métaux*, 73

De pluſieurs autres Inſtrumens curieux qui ſervent au Cabinet.

LIVRE TROISIE'ME.

Chap. I. *DE la conſtruction & des uſages de pluſieurs differens Compas*, 77

Chap.

Chap. II. *De la conſtruction & des uſages de pluſieurs differens Inſtrumens de Mathematique*, 86

Des Inſtrumens qui ſervent à la Campagne.

LIVRE QUATRIE'ME.

Chap. I. *Contenant la conſtruction & les uſages des Piquets, des Cordeaux, de la Toiſe & de la Chaîne*, 120
Chap. II. *Contenant la deſcription & l'uſage de l'equerre d'Arpenteur*, 133
Chap. III. *Contenant la conſtruction & uſages de differens recipiangles*, 136
Chap. IV. *Contenant la conſtruction & l'uſage de la Planchete*, 139
Chap. V. *Contenant la conſtruction & les uſages du Quart de Cercle & du Quarré Géométrique*, 143 · 144 ·
Chap. VI. *Contenant la conſtruction & les uſages du demi-cercle*, 157
Chap. VII. *Contenant la conſtruction & les uſages de la Bouſſole*, 165
Chap. VIII. *Uſages des ſuſdits Inſtrumens de Mathématique appliquez a la Fortification des Places*, 171 · 173 ·

De pluſieurs differentes Niveaux, comme auſſi des Inſtrumens ſervans à l'Artillerie.

LIVRE CINQUIE'ME.

Chap. I. *De la conſtruction de pluſieurs Niveaux*, 185
Chap. II. *Des uſages des ſuſdits Inſtrumens pour niveler*, 192
Chap. III. *De la conſtruction & uſages de la Jauge pour le partage des eaux*, 299
Chap. IV. *Contenant la conſtruction & les uſages des Inſtrumens ſervans à l'Artillerie*, 203

Des Inſtrumens qui ſervent à l'Aſtronomie.

LIVRE SIXIE'ME.

Chap. I. *De la conſtruction & des uſages du Quart de Cercle Aſtronomique*, 211 · 215 ·
Chap. II. *De la conſtruction & uſage du Micrometre*, 226
Chap. III. *Maniere d'obſerver les Aſtres*, 235
Chap. IV. *De la conſtruction & uſage d'une Machine qui montre les eclipſes tant du Soleil que de la Lune*, 254 · N°:
Chap. V. *Deſcription d'un Horloge à Pendule à Secondes & à Contre-poids pour les Obſervations Aſtronomiques*, 262

Des

TABLE DES CHAPITRES.

Des Instrumens qui servent à la Navigation.

LIVRE SEPTIE'ME.

Chap. I. *De la construction & des usages de la Boussole Marine*, 267
Chap. II. *De la construction & des usages des Instrumens qui servent à observer la hauteur des Astres en Mer*, 273
Chap. III. *Contenant la construction du quartier de reduction & ses usages*, 281
Chap. IV. *Contenant la construction des Cartes réduites & leurs usages*, 286

Des Cadrans au Soleil, à la Lune & aux Etoiles.

LIVRE HUITIE'ME.

Remarques & définitions appartenantes aux Cadrans, 291
Chap. I. *Des Cadrans tant reguliers qu'irreguliers, qui se tracent sur des Plans & sur des Corps de differentes figures*, 293
Chap. II. *Contenant la construction & les usages d'un Instrument propre à connoître la déclinaison & inclinaison des Plans*, 324
Chap. III. *Contenant la construction & les usages des Instrumens propres à marquer sur les Cadrans les arcs des Signes, les arcs Diurnes, les heures Babyloniques, les heures Italiques, les Almucantarats & les Méridiens des principales Villes*, 327
Chap. IV. *Contenant la construction & les usages des Siaterres ou Instrumens propres à tracer les Cadrans sur les differens Plans*, 340
Chap. V. *Coutenant la construction & les usages des Cadrans portatifs*, 347
Chap. VI. *Contenant la construction & les usages des Cadrans a la Lune & aux etoiles*, 374
Chap. VII. *Contenant la construction d'un Horloge a l'eau*, 379
Chap. VIII. *Contenant la construction d'un Cadran pour connoître le vent qui souffle, sans sortir de sa Chambre*, 383
Description des principaux Outils dont on se sert pour la construction des Instrumens de Mathematique, 384