La gnomonique pratique, ou l'art de tracer les cadrans solaires / [François Bedos de Celles].

Contributors

Bedos de Celles, François, 1709-1779

Publication/Creation

Paris : Briasson, etc., 1760.

Persistent URL

https://wellcomecollection.org/works/jaj76h98

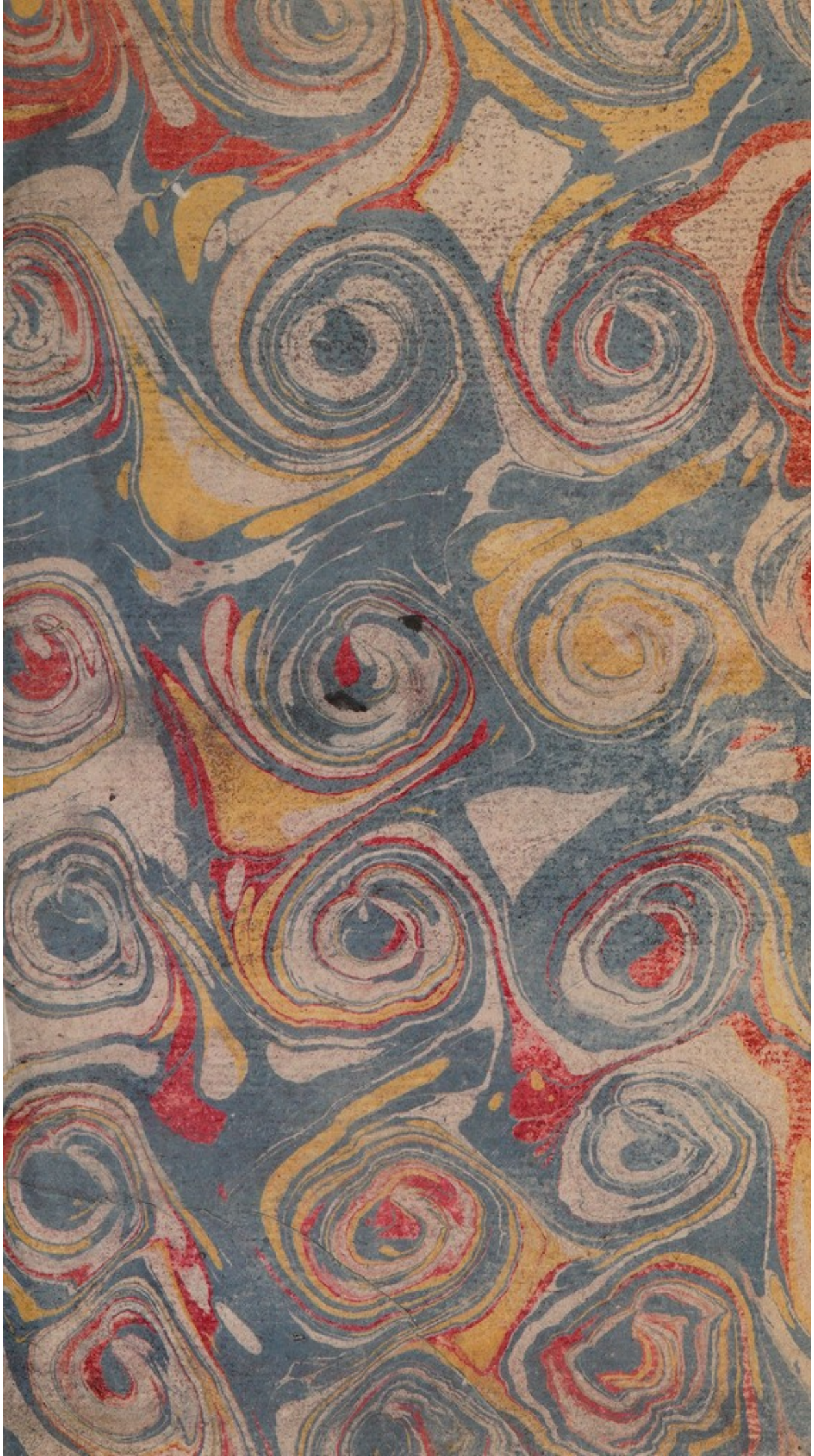
License and attribution

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



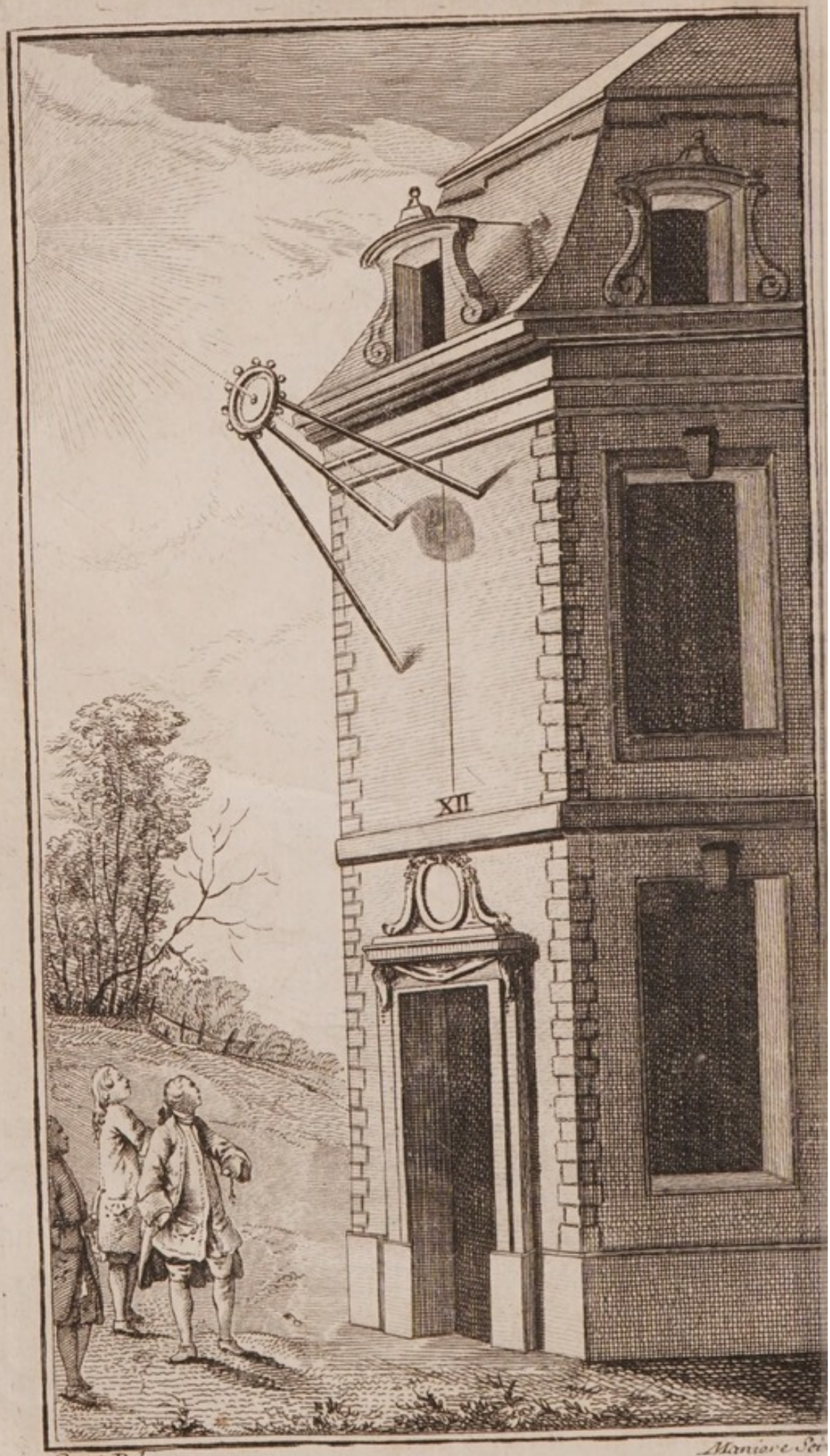


12921/B

chez Joubert le 29. May. 6
32809

32809





Gazet Del.

Maniere Noire

LA

GNOMONIQUE
PRATIQUE,

OU L'ART DE TRACER

LES CADRANS SOLAIRES

AVEC LA PLUS GRANDE PRÉCISION,

PAR LES MEILLEURES MÉTHODES, MISES A LA PORTÉE DE TOUT LE MONDE.

AVEC

Des Obſervations ſur la maniere de regler les Horloges.

DÉDIÉ

A MM. de l'Académie Royale des Sciences de Bordeaux.

Par Dom FRANÇOIS BEDOS DE CELLES, *Bénédictin de la Congrégation de S. Maur, de la même Académie.*

Prix, 6 liv. en feuilles, & 7 liv. relié, même dans les Provinces.



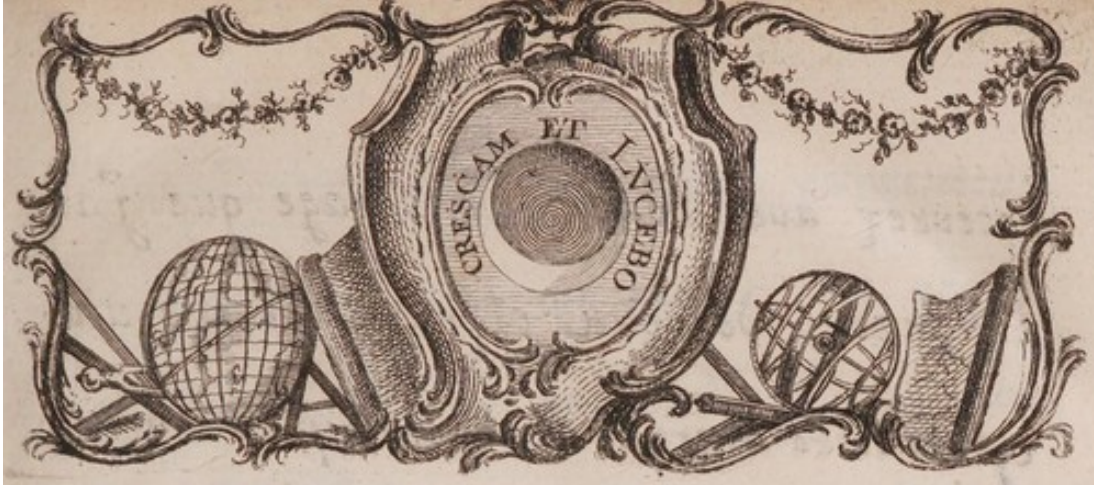
A PARIS, rue S. Jacques.

Chez { BRIASSON, à la Science.
DESPILLY, à la vieille Poſte.
HARDY, à la Colonne d'or.

M DCC LX.

AVEC APPROBATION, ET PRIVILÉGE DU ROI.

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY



A MESSIEURS

DE

L'ACADÉMIE ROYALE

DES

BELLES-LETTRES, SCIENCES ET ARTS

DE BORDEAUX.

MESSIEURS,

Le droit que vous m'avez donné à votre protection en m'associant à vos travaux, me fait espérer que vous

recevrez avec bonté l'Ouvrage que j'ai
l'honneur de vous offrir, comme une
premiere marque de mon empressement
à répondre à votre choix. Je me suis
proposé de traiter la Gnomonique d'une
maniere universellement utile, de dégager
cette science d'une théorie abstraite &
profonde, qui l'avoit rendue inaccessible
au commun des hommes. Ai-je rem-
pli mon objet? Le Public, qui dans
ces matieres se décide toujours d'après
ceux qu'il y reconnoît pour ses
Maîtres, ne peut, Messieurs, que
régler son jugement sur le vôtre. S'il
m'est favorable, je devrai ce succès bien
moins à mes foibles talens, qu'au
desir le plus vif de mériter votre

approbation, & de vous exprimer, autant qu'il est en moi, ma reconnoissance, & le profond respect avec lequel je suis,

MESSIEURS,

Votre très-humble & très-obéissant Serviteur,
D. FRANÇOIS BEDOS.

PRE'FACE.

PRÉFACE.

LA plûpart de ceux qui ont écrit ſur la Gnomonique, en ont aſſez multiplié les éloges; il ſeroit plus qu'inutile de les répéter. On voit par-tout des Cadrans ſolaires; & l'empreſſement que chacun montre à s'en procurer, prouve de reſte leur utilité & leur néceſſité. Mais aucun Auteur ne s'eſt aviſé de dire, que dans le nombre prodigieux de ceux qui exiſtent, il s'en trouve très-peu de bons; on s'en plaint cependant aſſez généralement, & bien des gens ſont en conſéquence tentés de croire que la Gnomonique n'a point de principes certains. Pluſieurs Sçavans, Meſſieurs de la Hire, Ozanam, Déparcieux, Rivart, &c. ont pourtant donné d'excellens Ouvrages ſur cette matiere; mais puiſqu'on réuſſit encore ſi mal, ou cet art eſt plus difficile qu'on ne penſe, ou tous ces beaux Traités n'ont été faits que pour les Sçavans. Un bon Géometre, un homme au fait du Calcul, de la Sphere, de la Trigonométrie rectiligne & ſphérique, & de l'Aſtronomie, trouvera dans ces Auteurs de quoi ſe ſatisfaire: mais ceux

qui ne ſe ſont pas appliqués à ces ſciences, ont beſoin d'un Traité plus à leur portée; c'eſt pour ces derniers que j'ai entrepris celui-ci. Sçavoir lire & écrire, connoître les trois ou quatre premieres regles de l'Arithmétique, eſt tout ce que nous exigeons de ceux qui voudront réduire cet art en pratique, quand ils ſuivront exactement les regles que nous indiquons.

Dans le nombre des méthodes propoſées pour tracer les Cadrans ſolaires, les unes ſont meilleures que les autres. La juſteſſe d'un Cadran dépend ſouvent moins de l'adreſſe de celui qui le fait, que de la méthode qu'il ſuit. Elles peuvent être toutes bonnes; mais quelques-unes, quoique bien prouvées dans la théorie, réuſſiſſent très-mal dans la pratique; & malheureuſement le plus grand nombre de ceux qui ſe mêlent de faire des Cadrans, ſuivent ces dernieres. Pour en conſtruire de bons, il eſt indiſpenſable de faire uſage des méthodes des Sçavans; il s'agit donc de mettre ces méthodes tellement à la portée de tout le monde, que, ſans être ſçavant, on puiſſe les pratiquer.

Nous avons donné toute notre attention à applanir les difficultés, qui font regarder la Gnomonique comme une ſcience très-difficile à ceux qui n'ont aucune teinture des Mathématiques; n'ayant à parler qu'à ceux-ci, nous n'avons pas cru devoir donner les démonſtrations, comme font les Auteurs

que j'ai nommés : ceux qui voudront approfondir les principes, pourront conſulter leurs ouvrages. La même raiſon nous a déterminés à préférer le ſtyle familier au ſtyle ſec & concis des Mathématiques.

Avec ce Traité il ſera aiſé à chacun de faire des Cadrans avec toute la juſteſſe & la préciſion que l'on peut déſirer ; ſans ſe voir dans la déſagréable néceſſité d'avoir recours, pour cela, à une quantité d'ouvriers peu inſtruits, qui inondent tous les pays de leurs mauvais ouvrages en ce genre. Les Sçavans mêmes occupés à des études d'un autre genre, plus eſſentielles à leur profeſſion, n'auront plus beſoin d'employer leur tems à pénetrer dans la plus profonde théorie ; ils trouveront ici les méthodes les plus ſçavantes & leur pratique aſſurée, quand ils voudront y employer quelques momens de leur loiſir.

On n'eſt plus aujourd'hui dans le goût d'embarraſſer les Cadrans ſolaires, & d'y jetter de la confuſion, en les chargeant d'une quantité de lignes, telles que les Azimuts, les heures Italiques, Babyloniques, Judaïques, antiques, les arcs diurnes, les arcs de ſignes, &c. Ces choſes étant plus curieuſes qu'utiles, on a pris le parti de les retrancher, & l'on fait grace quelquefois aux ſeuls arcs des ſignes du Zodiaque ; mais comme on en remarque de plus en plus l'inutilité, ils auront le même ſort que les autres. Si

néanmoins quelqu'un étoit curieux de les y placer, il trouvera dequoi ſatisfaire ſon mauvais goût dans le Chapitre IX.

J'ai ſupprimé auſſi les Cadrans purement curieux, tels que ceux qui marquent l'heure par la réfraction, ou par la réflexion des miroirs, les Azimutaux, les paraboliques, les hyperboliques, parce qu'ils n'ont d'autre mérite que leur ſingularité. Je n'ai rien dit, par la même raiſon, de la maniere de tracer les Cadrans ſous l'Equateur, ou ſous les pôles, ni des Cadrans lunaires & aux étoiles ; je me ſuis borné aux plus néceſſaires, à ceux qui ſont le plus en uſage, & les plus ſuſceptibles de juſteſſe & de préciſion.

Pour parvenir à ce but, je préſente ordinairement deux méthodes. Un plus grand nombre mettroit le Lecteur dans l'embarras de faire un choix, & lui occaſionneroit une étude ſuperflue, quelquefois capable de le rebuter. Peu au fait de cette matiere, comme je le ſuppoſe, il riſqueroit de ſe déterminer pour la plus difficile, ſouvent pour la moins bonne.

De ces deux méthodes, l'une eſt Géométrique ; elle opere avec la ſimple regle & le compas ; l'autre s'exécute par le calcul. Celle-ci eſt proprement la meilleure, & celle des Sçavans ; la premiere eſt pour ceux qui ne veulent ou ne peuvent entrer dans la ſeconde. Nous ne ſçaurions trop exhorter le Lecteur à donner ſon attention & ſon étude

à la méthode par le calcul : nous l'avons le plus ſimplifié qu'il nous a été poſſible. On s'effraye mal-à-propos à la vûe d'une Table des ſinus, des tangentes, &c. Cette quantité de chiffres étonne au point qu'on s'imagine n'y pouvoir rien entendre ; mais quelques heures d'application ſuffiſent pour mettre le Lecteur au fait, pour lui en donner la clef. On ſera même ſurpris de voir qu'au moyen des logarithmes, dont le terme ſeul avoit peut-être rebuté, on fera avec la plus grande facilité des calculs, qui deviendroient immenſes, je dirois, preſque impratiquables, ſans ce ſecours. Nous avons donc lieu de nous flatter, qu'en menant, pour ainſi dire, le Lecteur par la main, il parviendra à l'intelligence de ce qui ſembloit d'abord être réſervé aux Sçavans.

La méthode Géométrique qui conſiſte à tirer un grand nombre de lignes pour trouver les lignes horaires, devient très-imparfaite dans la pratique. Rien de ſi difficile que d'operer en ce genre avec juſteſſe, ſur des ſurfaces ordinairement peu unies & pas aſſez planes. Par exemple, pour un ſimple Cadran horiſontal, il y a dix opérations à faire toutes dépendantes, & à la ſuite les unes des autres ; de ſorte que l'erreur inſéparable de la pratique, ſe tranſmettant d'une opération à l'autre, groſſit toujours, & enfin devient ſi conſiderable ſur la derniere qui donne les lignes horaires, qu'il ſe trouve

bien ſouvent juſqu'à pluſieurs minutes d'erreur. Que ſera-ce en certains autres Cadrans, où les opérations ſont en plus grand nombre ?

Cette ſucceſſion d'erreurs ne ſe trouve point dans la méthode par le calcul. Indépendante d'une autre, chaque opération, même imparfaite, ne communique point ſon défaut à celle qui la ſuit ; l'exécution demande moins d'adreſſe de la main, & il en réſultera toujours un Cadran moins imparfait, ou bien autrement juſte que par la méthode Géométrique.

Quelques Auteurs, même les plus partiſans du calcul, le font ſervir à trouver les points horaires ſur l'Equinoxiale, ou ſur l'horiſontale. Cette méthode demande pluſieurs opérations dont on peut ſe paſſer. Nous avons pris une route moins compliquée. Perſuadés que plus on tirera de lignes de conſtruction, plus on riſquera de s'écarter de la juſteſſe à laquelle nous nous attachons, nous enſeignons à tracer ſimplement les angles & les lignes horaires, ſans en trouver les points ſur l'Equinoxiale. Le calcul en devient, à la vérité, un peu plus long, puiſqu'il faut répéter autant de fois la même analogie qu'il y a d'angles horaires : mais ce calcul eſt aiſé ; & ne vaut-il pas mieux employer un jour de plus, & avoir la ſatisfaction de conſtruire un Cadran plus parfait ?

Ce Traité contient dix Chapitres : les trois premiers ſervent d'introduction aux ſuivans. Le premier renferme les notions préliminaires, ou l'explication de certains termes généraux, & de ceux qui ſont propres à la Gnomonique ; on y trouve la maniere de tirer les lignes horaires, & quelques inſtructions ſur la Sphere. Le ſecond donne la deſcription des inſtrumens convenables pour tracer les Cadrans, & apprend à les faire ſoi-même, au beſoin. On y indique ceux qui ſe font à moins de frais. Le Public eſt redevable à M. Déparcieux, de l'Académie Royale des Sciences de Paris, de l'invention des principaux de ces inſtrumens, tels que les faux ſtyles, la double & la triple équerre pour poſer les axes des Cadrans verticaux, & ſurtout de la conſtruction & de l'uſage du compas à verge, ſi utile, ſi commode & ſi néceſſaire pour operer avec la plus grande préciſion. Il a eu la bonté de nous faire voir ceux dont il ſe ſert : c'eſt d'après ceux-là que nous les avons décrits, deſſinés & même exécutés. On ne comprend pas comment on a pû, avant l'invention de ces inſtrumens, faire des Cadrans avec juſteſſe. Le 3^e^ Chapitre met au fait du calcul néceſſaire à la Gnomonique. On y trouve l'intelligence & l'uſage des Tables des ſinus & des tangentes, des logarithmes, des échelles des parties égales & des cordes. Dans le quatrieme, nous donnons la deſcription bien dé-

taillée du Cadran horiſontal. Nous avons choiſi, entre les méthodes Géométriques, la plus ſimple & la plus commode. Nous y donnons la maniere de poſer l'axe & d'orienter le Cadran. Le cinquieme concerne particulierement les Cadrans, qu'on appelle réguliers, dont l'uſage eſt très-rare, n'étant pas ordinaire de trouver des plans fixes parfaitement orientés. Il eſt cependant néceſſaire de connoître ces Cadrans; leur intelligence étant d'une grande utilité pour ceux qui les ſuivent.

Nous avons donné plus d'étendue au Chapitre ſixieme; il eſt en effet le plus important & le plus d'uſage: on y voit la maniere de tracer les Cadrans verticaux déclinans. Trouver la déclinaiſon des plans, c'eſt-à-dire, leur aſpect par rapport au Méridien, ou au premier vertical, eſt la principale difficulté qui ſe préſente dans la conſtruction de ces ſortes de Cadrans. Il importe beaucoup de déterminer cette déclinaiſon avec la derniere préciſion: auſſi nous avons donné deux méthodes pour cet effet; la premiere très-ſimple, mais la ſeconde meilleure & infaillible, qui s'opere par le calcul. Nous ſommes entrés dans un détail qui leve toutes les difficultés Nous donnons dans ce Chapitre deux exemples de ce calcul, dont l'un fait voir une très-petite déclinaiſon: il en réſulte de l'autre une conſiderable; par-là aucun cas n'embarraſſera. Nous rejettons

à cet effet tout uſage de la Bouſſole, comme une méthode trop incertaine ; ceux qui l'employent doivent être aſſurés de faire un mauvais Cadran. Nous n'approuvons pas plus l'uſage de divers inſtrumens, quoique très-ingénieuſement imaginés. L'objet eſſentiel des Cadrans verticaux étant de bien poſer l'axe, nous en avons extrêmement détaillé la maniere.

Il s'agit dans le Chapitre ſeptieme des Cadrans verticaux ſans centre : ils ſont fort en uſage. Le huitieme eſt conſacré aux Cadrans inclinés ; ce ſont les plus difficiles & les moins uſités. Depuis quelque tems le goût s'eſt déclaré pour les Méridiennes. Celle du temps moyen, inventée par M. Grandjean de Fouchy, de l'Académie Royale des Sciences, a pris beaucoup de faveur. Nous avons cru faire plaiſir au Public d'expliquer fort au long, dans le Chapitre neuvieme, tout ce qui concerne cette matiere.

Dans le dixieme & dernier Chapitre, nous traitons des Cadrans portatifs. Ils ont leur utilité, & la matiere eſt intéreſſante & du goût de bien des perſonnes. Dans le grand nombre de ceux que l'on fait ordinairement, nous avons choiſi les meilleurs & les moins compoſés. Celui qui eſt le plus répandu, connu ſous le nom de *Butterfield*, étant un des plus mauvais, nous avons rapporté naturellement les raiſons qui doivent en déſabuſer le Public.

Il eſt peu de perſonnes au fait de la meilleure méthode de regler les montres & les pendules. Il eſt cependant très-difficile d'en tirer une utilité ſatisfaiſante, ſi on ne peut s'aſſurer de leur exactitude. C'eſt ce qui nous a engagés à donner des obſervations convenables pour apprendre à regler les horloges. Nous en avons aſſez détaillé la méthode.

Pour la commodité de ceux qui n'auront pas le temps de faire certains calculs de Gnomonique, nous avons donné un nombre de Tables précédées de leur explication. Nous avons calculé avec ſoin celles de la hauteur du Soleil, à toutes les heures du jour, pour différentes latitudes, qui comprennent l'étendue de la France. Nous y avons ſuppoſé l'inclinaiſon de l'Ecliptique de 23 dégrés 28 minutes 20 ſecondes. Toutes les Tables de la hauteur du Soleil, qui ſont dans les Auteurs de Gnomonique, ſont fautives, parce qu'elles ſuppoſent l'inclinaiſon de l'Ecliptique de 23 dégrés 28 minutes & demie. M. Larroque, Géographe de Bordeaux, très-verſé en cette matiere, a bien voulu ſe donner la peine de calculer la Table de la déclinaiſon du Soleil pour tous les dégrés de l'Ecliptique, auſſi bien que celle des équations du tems; le tout ſur le même principe de l'inclinaiſon de l'Ecliptique de 23 dégrés 28 minutes 20 ſecondes.

On trouvera à la fin de cet Ouvrage une Table des Matieres, par ordre alphabétique,

qui pourra ſervir d'addition & de Dictionnaire de tous les termes dont nous nous ſervons, & qui ne ſont pas expliqués en leur lieu.

Les Planches ont été deſſinées & gravées avec beaucoup de ſoin. Les Figures en ſont aſſez juſtes, parmi leſquelles on verra deux modeles de Cadrans ornés, pour donner une idée de ce genre de décoration. Nous avons fait deſſiner exprès & graver une Carte de la France trés-exacte, & la plus détaillée qu'il a été poſſible pour ſa grandeur, en faveur de ceux qui ne ſont pas à portée de s'en procurer une bonne. Au moyen de cette Carte, dont nous enſeignerons l'uſage, on pourra connoître la latitude de pluſieurs lieux qui ne ſe trouvent point dans la Table *des longitudes & des latitudes des principales villes du Monde*.

Enfin nous n'avons rien épargné ni rien négligé de tout ce qui nous a paru néceſſaire pour la commodité du Lecteur. Nous nous ſommes donné tous les ſoins convenables, ayant lû & choiſi dans tous les meilleurs Auteurs, ſoit imprimés, ſoit manuſcrits, tout ce que nous avons trouvé de plus clair, de plus précis & de plus ſimple.

Quoique notre but ne ſoit pas de traiter de la théorie de la Gnomonique, comme nous l'avons dit ci-devant; cependant, en faveur de ceux qui ſeront curieux d'en avoir quelque connoiſſance, nous expoſerons ici

ſuccinctement le principe général ſur lequel eſt fondé tout l'art de tracer les Cadrans ſolaires.

Il faut regarder le bout d'un ſtyle planté dans le mur, ou le trou de la plaque, comme le centre de la terre, & en même temps le centre de tous les mouvemens céleſtes. Quoique abſolument cela ſoit faux, puiſque le bout d'un ſtyle, qui marque les heures, eſt éloigné du centre de la terre d'un demi-diametre; cependant, quelque grande que ſoit cette diſtance, ce n'eſt rien de ſenſible à l'égard de l'éloignement immenſe du Soleil. Suppoſons une ſphere garnie de tous les cercles dont il eſt parlé Chap. I, Sect. III, qui ſoit poſée ſur ce ſtyle devant la ſurface du Cadran, qui ſera, par exemple, un mur bien plan; que cette ſphere ſoit ſituée de maniere que ſon centre ſoit au ſommet du ſtyle ou au trou de la plaque qui doit marquer les heures; que cette ſphere ſoit orientée ſelon le lieu où l'on eſt, c'eſt-à-dire, que ſon Méridien ſoit dans le plan du Méridien du lieu; que ſon horiſon ſoit parallele au vrai horiſon; que ſes pôles ſoient directement tournés vers les pôles du Monde. Alors l'Equateur de cette ſphere ſera parallele à l'Equateur du ciel; ſon Orient ſera tourné vers le vrai Orient, & l'Occident vers le vrai Occident; ſon Zénit vers le Zénit, & ſon Nadir vers le Nadir, &c. Cette ſphere étant ainſi orientée, ſans s'être embarraſſé de la ſituation de

la muraille ſur laquelle doit être le Cadran, ne faiſant pas même attention qu'il y en ait une ; ſi on conçoit alors que l'axe & tous les cercles de cette ſphere ſoient prolongés ou aggrandis, juſqu'à ce qu'ils touchent la muraille & la traverſent, l'on verra naître un Cadran des communes ſections, ou de la trace de tous ces cercles avec la muraille. Le centre du Cadran ſera le point où l'axe prolongé de la ſphere aura touché la muraille. Le Méridien de la ſphere aura tracé la ligne de Midi. L'horiſon aura tracé l'horiſontale ; l'Equateur aura tracé l'Equinoxiale. Celui des Méridiens, qui ſe trouvera perpendiculaire au plan, aura tracé la ſouſtylaire. Celui des verticaux, qui eſt perpendiculaire à la muraille, aura tracé la verticale du plan, & enfin les cercles horaires auront tracé les lignes horaires.

Si l'on conçoit enſuite que tous les cercles de cette ſphere diſparoiſſent, en ſorte qu'il n'en reſte que leurs traces ſur la muraille & le centre de la ſphere, c'eſt-à-dire, le bout du ſtyle ou le trou de la plaque, & que le Soleil vienne à éclairer ce Cadran, l'ombre du centre de la ſphere ſera connoître dans quel cercle de la ſphere eſt le Soleil ; car ce centre étant dans le plan de tous les grands cercles, lorſque le Soleil ſera arrivé, par ſon mouvement autour de la terre, au plan d'un grand cercle quelconque, l'ombre du centre de la ſphere ſuivra le plan du

même cercle du côté oppoſé au Soleil, & rencontrant la ſurface du Cadran, ſe peindra là où la muraille eſt traverſée par le cercle où eſt le Soleil, ſoit qu'il ſe trouve dans un cercle horaire, ou dans un vertical, ou à l'Equateur, &c.

S'il ne s'agit que de l'heure, on peut concevoir que l'axe de la ſphere reſte tout entier, lequel étant dans le plan de tous les cercles horaires, lorſque le Soleil ſera arrivé dans le plan d'un cercle horaire, l'ombre de l'axe ſuivra le plan du même cercle du côté oppoſé au Soleil; & rencontrant la muraille, cette ombre s'y peindra le long de la commune ſection du cercle horaire avec la muraille, c'eſt-à-dire, le long de la ligne horaire, ſuppoſé que cet axe ſoit un corps capable de faire ombre.

Il faut concevoir dans la ſphere naturelle du Monde tous les cercles indiqués dans la troiſieme Section du Chapitre I, immobiles autour de la terre, & placés comme ils doivent l'être, eu égard au lieu où l'on eſt: s'imaginer enſuite être au centre de la terre, que nous ſuppoſons toujours être au bout du ſtyle, & que delà on regarde le Soleil paſſer ſucceſſivement par tous les cercles.

Voilà l'idée qu'on doit avoir de la formation d'un Cadran. Le but de la Gnomonique eſt de mener ſur toute ſorte de ſurfaces, les lignes qui repréſentent tous ces différens cercles, ou plutôt, qui en ſont les

communes ſections avec le plan, afin de connoître les inſtans auxquels le Soleil arrive à tous ces cercles. On peut voir dans la Section IIIe & IVe du Chapitre premier l'explication des termes dont nous venons de nous ſervir. On conſultera auſſi, ſi l'on veut, la Table des matieres.

AVIS AU LECTEUR.

IL eſt abſolument eſſentiel de lire le préſent Traité, la plume à la main, & les Tables des ſinus devant ſoi. On fera toutes les opérations de calcul à meſure qu'elles ſeront indiquées, comme ſi on vouloit en vérifier la juſteſſe. On ne ſe contentera pas de cela; on ſe propoſera d'autres exemples, ſur leſquels on fera les mêmes opérations. C'eſt le ſeul moyen d'entendre facilement le calcul, qui fait l'objet le plus eſſentiel de la Gnomonique, lorſqu'on veut ſe ſervir des meilleures méthodes.

Un autre avis non moins eſſentiel, c'eſt de lire de ſuite, en ſorte qu'on poſſede bien ce qui précede, avant que de paſſer à autre choſe. Sans cela, il ne faudroit pas être ſurpris ſi l'on ne comprenoit point certains Chapitres ou certains articles, qui ſuppoſent toujours qu'on a conçu ce qui a été enſeigné auparavant. Si l'on vouloit, par exemple, commencer la lecture de ce Traité par le Chapitre ſixieme, & qu'on n'eût aucune connoiſſance du troiſieme, on pourroit être aſſuré de n'y rien entendre.

TABLE
DES
CHAPITRES ET DES SECTIONS
Contenues en ce Volume.

PRÉFACE, page j.

CHAPITRE PREMIER.

Notions préliminaires, 1.
Section I. *Termes généraux qui n'appartiennent pas uniquement à la Gnomonique*, 2.
Section II. *Conſtruction de quelques figures, ou la maniere de tracer les traits & les lignes*, 8.
Section III. *Quelques notions de la Sphere*, 10.
Section IV. *Explication des termes propres & particuliers aux Cadrans*, 16.

CHAPITRE II.

Inſtrumens néceſſaires à la conſtruction des Cadrans ſolaires, 21.

CHAPITRE III.

Calcul dont on ſe ſervira dans ce Traité de Gnomonique, 39.
Section I. *Connoiſſance des Tables des ſinus, des tangentes, de leurs logarithmes & des logarithmes des nombres naturels*, 45.

Section III. *Usage des échelles des parties égales & des cordes,* 52.

CHAPITRE IV.

Cadran horisontal, 58.
Section I. *Maniere géométrique de tracer le Cadran horisontal,* 59.
Section II. *Maniere de tracer le Cadran horisontal par le calcul,* 64.
Section III. *Maniere de poser l'axe & d'orienter le Cadran,* 81.

CHAPITRE V.

Des Cadrans que l'on appelle réguliers, 86.
Section I. *Cadrans verticaux, méridionaux & septentrionaux non déclinans,* 87.
Section II. *Cadrans orientaux & occidentaux,* 92.
Section III. *Le Cadran Equinoxial & le polaire,* 97.

CHAPITRE VI.

Cadrans verticaux déclinans, 101.
Section I. *Maniere de trouver la déclinaison des plans verticaux déclinans,* ibid.
Section II. *Maniere géométrique de décrire le Cadran vertical déclinant du Midi ou du Septentrion,* 127.
Section III. *Maniere de trouver par le calcul les angles horaires du Cadran vertical déclinant du Midi ou du Nord,* 130.
Section IV. *Maniere de tracer par le calcul les Cadrans verticaux déclinans du Midi ou du Septentrion,* 151.
Section V. *Maniere de poser l'axe aux Cadrans verticaux déclinans & non déclinans,* 158.

CHAPITRE VII.

Cadrans verticaux ſans centre, 168.
Section I. *Trouver par le calcul les angles horaires des Cadrans verticaux ſans centre,* 168.
Section II. *Maniere de tracer les Cadrans verticaux ſans centre, avec une autre méthode par le calcul, quelqu'éloigné que ſoit le centre,* 174.
Section III. *Maniere de poſer l'axe des Cadrans verticaux qui n'ont pas le centre dans le plan,* 185.

CHAPITRE VIII.

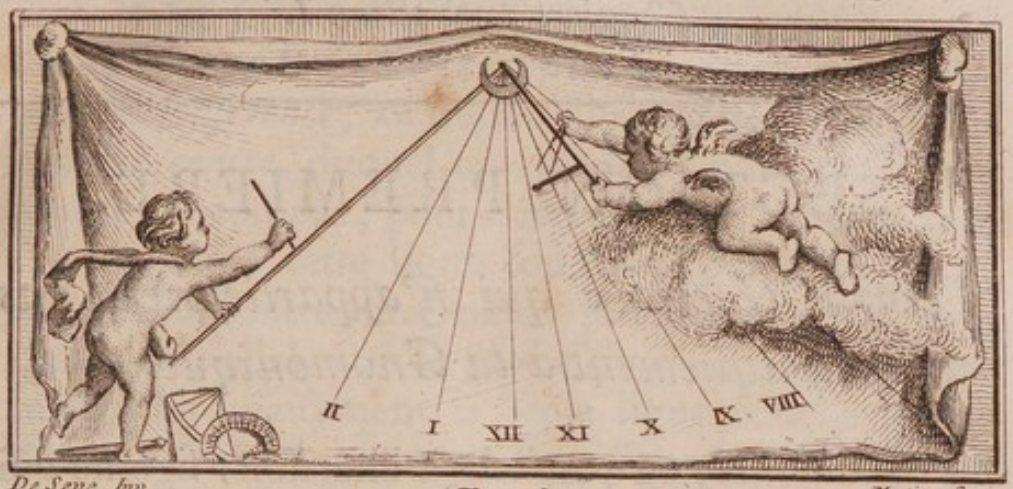
Cadrans inclinés, 186.
Section I. *Notions préliminaires, avec la maniere de meſurer l'inclinaiſon d'un plan,* 187.
Section II. *Cadrans inclinés ſupérieurs du Midi, & inférieurs du Nord non déclinans,* 191.
Section III. *Cadrans inclinés ſupérieurs du Nord & inférieurs du Midi, qui ne ſont pas déclinans,* 194.
Section IV. *Cadrans inclinés orientaux & occidentaux,* 195.
Section V. *Cadrans inclinés déclinans,* 197.
Section VI. *Maniere de trouver par le calcul pluſieurs lignes, & les points horaires des Cadrans inclinés déclinans,* 205.

CHAPITRE IX.

Méridiennes, 211.
Section I. *Méridienne horiſontale,* 212.
Section II. *Méridienne verticale,* 229.
Section III. *Maniere de joindre quelques lignes horaires à une Méridienne, ſoit horiſontale, ſoit verticale,* 235.

du jour, pour différentes latitudes, 359 & ſuiv.
Tables des angles horaires du Cadran horiſontal, 368 & ſuiv.
Table du nombre des ſecondes, dont une Pendule doit avancer ou retarder chaque jour, 379.
Table de l'équation du temps calculée pour chaque dégré de l'Ecliptique, 380 & 381.
Table des matieres par ordre alphabétique, 383.

Fin de la Table des Chapitres & Sections.



De Seve Inv. Maniere Sc.

LA GNOMONIQUE PRATIQUE,

Ou l'art de tracer les Cadrans ſolaires.

CHAPITRE PREMIER.

Notions préliminaires.

CE Chapitre eſt une introduction aux ſuivans, & ne contient que des notions préliminaires. Il eſt diviſé en quatre ſections. La premiere renferme l'explication des termes généraux, qui n'appartiennent pas proprement & uniquement à la Gnomonique, mais qui y ſont pourtant abſolument néceſſaires; dans la ſeconde ſection nous enſeignons à tracer les lignes & les figures, dont nous devons faire uſage; dans la troiſieme nous donnons les principales notions de la Sphere; & nous expliquons dans la quatrieme les termes propres aux Cadrans ſolaires.

SECTION PREMIERE.

Termes généraux qui n'appartiennent pas uniquement à la Gnomonique.

Art. I. *Horisontal*, ou parallele à l'horiſon, ſignifie qui eſt de niveau, qui n'eſt pas plus élevé d'un côté que de l'autre; deſorte que ſi l'on jettoit de l'eau ſur une ſurface bien horiſontale ou de niveau, elle ne couleroit pas plus d'un côté que de l'autre, mais elle ſe répandroit partout également.

2. *Perpendiculaire*, ſignifie toujours à angles droits ou à l'équerre. Il ne faut jamais confondre le mot perpendiculaire avec le mot *vertical*; ce dernier ſignifie toujours à plomb, c'eſt-à-dire, de haut en bas, comme la ligne que forme un plomb ſuſpendu par un fil : la ligne perpendiculaire ſe trouve quelquefois horiſontale, quelquefois oblique ou en pente, & quelquefois auſſi verticale; mais elle eſt toujours à l'équerre ou à angles droits ſur une autre. C'eſt préciſément ce qui la fait appeller perpendiculaire. Une ligne parfaitement horiſontale ou de niveau eſt perpendiculaire à l'égard de la verticale, & réciproquement la verticale eſt perpendiculaire à l'égard de l'horiſontale.

3. *Parallele*, ſignifie qui eſt également éloigné d'un bout à l'autre, ou qui ſe trouve toujours à égale diſtance d'un bout à l'autre. Par exemple, deux lignes quelque longues qu'elles ſoient, éloignées entre elles d'un pouce, ou d'une toiſe, ou d'une lieue, ou de 1000 lieues, &c. ſi elles ſont paralleles, ſe trouveront partout, & d'un bout à l'autre à la même diſtance entre elles.

4. Le *Cercle* eſt une figure plate & ronde, ter-

minée par une ſeule ligne courbe ou circulaire, nommée *circonférence;* au milieu de laquelle eſt un point nommé *centre*, duquel on s'eſt ſervi pour poſer une pointe du compas, pour décrire tout à l'entour avec l'autre pointe cette ligne courbe. Toutes les lignes menées du centre du Cercle à la circonférence, ſont égales entr'elles. Par le mot *Cercle* nous entendrons le plus ordinairement la ſeule ligne courbe qui le termine, à moins que nous ne diſions expreſſément le plan d'un Cercle, pour lors il faut entendre qu'il eſt queſtion de ſon étendue, ou de ſa ſurface. Pl. 1.

5. En général il faut toujours concevoir le Cercle, tant grand que petit, diviſé en 360 parties, que l'on appelle *dégrés;* le dégré eſt diviſé en 60 minutes, la minute en 60 ſecondes, & la ſeconde en 60 tierces. Ordinairement on n'écrit pas le mot *dégré* dans les calculs, ni le mot *minute*, ni celui de *ſeconde*; mais on écrit ainſi 48°, $36'$, $24''$, ce qui ſignifie 48 dégrés, 36 minutes, 24 ſecondes. Nous nous ſervirons toujours de cette maniere.

6. Le *diametre* du Cercle eſt une ligne droite, qui paſſe par le centre du Cercle, & ſe termine de part & d'autre à la circonférence. Cette ligne diviſe le Cercle en deux parties égales, qui ſe trouvent de 180° chacune; ſi on tire une perpendiculaire ſur le milieu de cette ligne, le Cercle ſe trouvera diviſé en quatre parties égales de 90° chacune. Ce qui fera au centre du Cercle, quatre angles droits ou à l'équerre.

7. Le *rayon*, ou demi-diametre du Cercle, eſt une ligne droite, qui va du centre, ſe terminer à la circonférence.

8. Un *arc* eſt une partie de la circonférence du Cercle, ou plus grande ou plus petite que le quart du Cercle.

9. Un *angle* eſt la rencontre de deux lignes en un point; ainſi l'ouverture formée par les lignes BA & *Fig.* 1.

Pl. 1. BC qui se touchent au point B, forme un angle, dont la pointe B s'appelle le sommet.

10. Les côtés d'un angle sont les deux lignes qui le forment; ainsi les lignes BA & BC sont les côtés de l'angle B.

11. On indique tous les angles par trois lettres: celle du milieu dénote toujours l'angle dont on parle. Par exemple, on dit l'angle CBA ou ABC, c'est la lettre B qui désigne l'angle dont il est question. *Fig.* 1.

12. Lorsqu'on parle d'un angle, on suppose toujours son sommet au centre du Cercle, & ses deux côtés sont regardés comme des rayons du même Cercle: l'arc qui se trouve entre ces deux côtés ou rayons, désigne la valeur de l'angle, c'est-à-dire, le nombre des dégrés qu'il contient. Par exemple, l'angle EBD a son sommet B au centre du Cercle, & l'arc ED qui contient un certain nombre de dégrés, est la mesure de sa valeur. On voit par-là que la valeur d'un angle ne dépend pas de la longueur de ses côtés. Si longs ou si courts qu'ils soient, la valeur de l'angle est la même, parce qu'un grand cercle & un petit sont toujours également divisés en 360°. *Fig.* 2.

13. On appelle un angle *aigu*, lorsqu'il a moins de 90°; s'il en a plus, il s'appelle *obtus;* mais s'il a 90° juste, c'est pour lors un angle *droit* ou à l'équerre; & la partie du Cercle comprise entre ses côtés est le quart du Cercle, qui a 90°.

14. Le *triangle* est une figure terminée par trois lignes, qui forment trois angles & trois côtés; ainsi la fig. 3. est un triangle. Si les lignes qui forment le triangle sont droites, on l'appelle *rectiligne;* si elles sont des arcs de Cercle, c'est un triangle sphérique, étant formé par trois portions de Cercle.

15. Un triangle *rectangle* est celui qui a un de ses angles droit, ou de 90°, ou à l'équerre. Le mot *rectangle* signifie toujours à angle droit.

16. On nomme *hypoténuse* le côté d'un triangle

rectangle oppoſé à l'angle droit ; ainſi le côté AB eſt l'hypoténuſe du triangle ABC. Pl. I. *Fig.* 3.

17. Un triangle *équilateral* eſt celui qui a les trois côtés égaux, & par conſéquent les trois angles auſſi égaux. La figure 13. eſt un triangle équilateral. *Fig.* 13.

18. Un triangle *iſoſcele* eſt celui qui a deux côtés égaux, & deux angles auſſi égaux. La fig. 4. eſt un triangle iſoſcele. *Fig.* 4.

19. Un triangle *ſcalene* eſt celui qui a les trois côtés inégaux, & par conſéquent les triangles auſſi inégaux. La fig. 3. eſt un triangle ſcalene comme la fig. 5. *Fig.* 3.

20. Il faut bien ſe ſouvenir de ce principe général, qui eſt d'un uſage très-fréquent dans la Gnomonique ; *les trois angles de quelque triangle que ce ſoit, additionnés enſemble, valent toujours deux angles droits*, ou deux fois 90° ; c'eſt-à-dire 180° ; d'où s'enſuit cette autre propoſition, qui eſt auſſi un principe général : *dans quelque triangle que ce ſoit, lorſque l'on connoît deux angles, on connoît néceſſairement le troiſieme.* Ainſi en ſuppoſant que dans un triangle il y a deux angles connus, dont l'un ſera de 76° 12′, & l'autre de 43° 35′, il faut les additionner ainſi,

76° 12′
43° 35′

Somme 119° 47′ qu'il faut ſouſtraire de 180°

180° 00′
119° 47′

Reſte 60° 13′

qui eſt la valeur du troiſieme angle.

21. Il ſuit de cette propoſition que ſi dans le triangle iſoſcele ABC, on connoît l'angle CBA, les angles ACB & BAC ſeront auſſi connus. Par exemple, ſuppoſons que l'angle connu ſoit ABC de 42°, il faut ſouſtraire ces 42° de 180°, puiſque les trois angles de tout triangle valent 180° (20), il reſtera *Fig.* 4.

Pl. 1. 138°; mais comme dans un triangle iſoſcele les côtés BC & BA ſont égaux, de même que les angles BCA & BAC (18); il s'enſuit qu'en partageant en deux également la ſomme ci-deſſus 138°, dont la moitié eſt 69°, la valeur des angles BCA & BAC eſt de 69° chacun. Le triangle équilateral eſt auſſi iſoſcele, mais il a ſes trois angles de 60° chacun.

Fig. 2. 22. La *corde* d'un arc, ou qui ſoutient un arc, ou la *ſoutendante* d'un arc, eſt une ligne droite qui ſe termine aux deux extrémités de cet arc, ainſi la ligne AF eſt la corde de l'arc AF. L'on voit que la corde d'un arc ne paſſe jamais par le centre du Cercle. Si elle y paſſoit, ce ſeroit le diametre.

23. Le *complément* d'un angle ou d'un arc, (car c'eſt la même choſe), eſt ce qu'il lui faudroit ajouter pour avoir un quart de Cercle ou un angle droit, ou *Fig.* 6. 90°; ainſi l'arc IF eſt le complement de l'arc BF, & réciproquement l'arc BF eſt le complement de l'arc IF. Prenez garde de ne jamais confondre le terme *complément* avec *ſupplément*.

24. On appelle *ſupplément* d'un angle ou d'un arc, ce qu'il lui faudroit ajouter pour avoir un demi-*Fig.* 2. Cercle ou 180°, l'arc AE eſt le ſupplément de l'arc EDC, & l'arc EDC eſt le ſupplément de l'arc AE.

25. On appelle *ſinus* d'un angle ou d'un arc, une ligne droite abaiſſée perpendiculairement de l'une des extrémités de cet arc au rayon qui paſſe par l'au-*Fig.* 6. tre extrémité du même arc. La ligne FH eſt le ſinus de l'arc BF, ou de l'angle BAF; de même la ligne FG eſt le ſinus de l'arc FI, ou de l'angle FAI.

26. Le *ſinus d'un arc eſt la moitié de la corde d'un arc double*; ainſi FH eſt la moitié de la corde *Fig.* 6. FD, qui eſt celle de l'arc FBD double de l'arc FB. Il faut bien ſe ſouvenir de cette propoſition, nous en ferons un grand uſage.

27. Le *ſinus de complément* d'un angle ou d'un

arc eſt le ſinus de l'arc de complément; GF eſt le ſinus de complément de l'arc BF. PL. I.

28. La *tangente* d'un angle ou d'un arc eſt une ligne perpendiculaire à l'extrémité du rayon qui paſſe par une des extrémités de l'arc, & terminée à la rencontre du rayon prolongé qui paſſe par l'autre extrémité du même arc. La ligne BC eſt la tangente de l'arc BF, & la ligne IE eſt la tangente de l'arc IF.

29. La *ſécante* d'un angle ou d'un arc eſt le rayon prolongé juſqu'à la rencontre de la tangente. La ligne AC eſt la ſécante de l'arc BF, & la ligne AE eſt la ſécante de l'arc IF. Pour ſimplifier davantage, nous éviterons de nous ſervir des ſécantes.

30. Il faut remarquer que le *ſinus total* n'eſt autre choſe que le rayon du Cercle. On le ſuppoſe diviſé en 1000, ou 10000, ou 100000 parties, ou même davantage. Le ſinus total étant le rayon du Cercle, il ſe trouve le ſinus d'un angle ou d'un arc de 90°: comme AB eſt le ſinus total, & par conſéquent le ſinus de l'angle BAI, ou de l'arc BFI de 90°. *Fig.* 6. Tous les autres ſinus vont toujours en ſe racourciſſant ou diminuant. Par exemple, le ſinus total étant ſuppoſé de 10000000 parties, le ſinus de 80° ſera de 9848077; celui de 44° ſera de 6946584; celui de 15° ſera de 2588190; celui de 4° ſera de 697565; celui d'un dégré ſera de 174524; celui de 20 minutes ſera de 58177; celui d'une minute ſera de 2909. On voit par-là que les ſinus ſont imaginés pour trouver ou pour faire les angles avec beaucoup de préciſion & de facilité; ces parties peuvent repréſenter des pouces, ou lignes, ou toiſes, &c. Selon l'uſage que nous en ferons, nous concevrons ces parties très-petites, comme des ſixiemes de ligne ou environ, puiſque un pouce & demi ou 18 lignes contiendront 100 de ces parties. Ce que nous diſons des ſinus diviſés en tant de parties, doit s'entendre de même pour les tangentes. Nous ferons voir l'uſage de tout

Pl. 1. ceci dans la ſuite. La Trigonométrie, que cela regarde, n'étant pas néceſſaire ici, nous nous contenterons d'en donner les analogies toutes dreſſées, quand elles y ſeront requiſes.

SECTION II.

Conſtruction de quelques Figures, ou la maniere de tracer les traits & les lignes.

31. DIVISER une ligne droite en deux parties égales.

Fig. 7. Des points A & B pris pour centres, & de l'ouverture du compas qu'il vous plaira, décrivez deux arcs qui ſe coupent en C; faites-en de même de l'autre côté au point D: des points C & D, où ces petits arcs ſe coupent, tirez une ligne droite qui paſſe ſur ces points d'interſection, le point E où cette ligne coupe la ligne AB, eſt juſtement le milieu de la ligne AB; donc elle ſera ainſi néceſſairement diviſée en deux parties égales.

32. D'un point donné ſur une ligne droite élever une perpendiculaire.

Fig. 8. Suppoſons que le point C eſt celui ſur lequel doit tomber la perpendiculaire EC, on ouvrira le compas à volonté, & l'on marquera ſur la ligne AB les points D & F également éloignés du point C. On ouvrira davantage le compas, & des points D & F on décrira deux arcs qui ſe coupent au point E; de ce point d'interſection E de deux arcs menez la ligne EC, ce ſera la perpendiculaire.

33. D'un point donné hors d'une ligne droite, abaiſſer une perpendiculaire à cette ligne.

Fig. 9. Le point C eſt celui d'où il faut abaiſſer la perpendiculaire ſur la ligne AB. Du point C pris pour cen-

tre, & avec une ouverture du compas à volonté, décrivez un arc qui coupe en deux points D & E cette ligne AB, que vous prolongerez s'il eſt néceſſaire. Des points D & E, où l'arc a coupé la ligne AB pris pour centres, & avec le même rayon ſi vous voulez, décrivez deux arcs qui ſe coupent au point F. Du point C tirez une ligne CG telle que, ſi elle étoit prolongée, elle paſsât par le point F; cette ligne CG ſera la perpendiculaire ſur AB. PL. 1.

34. Élever une perpendiculaire à l'extrémité d'une ligne.

Le point H ſera le point de la ligne GH, ſur lequel il faut élever la perpendiculaire. Marquez un point Q, à volonté, au deſſus de la ligne GH; de ce point Q pris pour centre, & de l'intervalle QH, décrivez un demi-cercle, qui coupe la ligne GH aux points G & H. Si du point G on tire la ligne GQI, & que par le point I où cette ligne GQI rencontre l'arc GHI, on mene une ligne qui paſſe par le point H, cette ligne ſera la perpendiculaire cherchée à l'extrémité H de la ligne GH. *Fig.* 10.

35. Mener une ligne parallele à une autre.

On ſuppoſe qu'il faut mener une parallele à la ligne BC. Vers les extrémités de la ligne BC poſez une pointe de compas de l'ouverture convenable à la diſtance que vous voulez donner à la parallele, décrivez deux arcs A & G, & menez la parallele DF qui touche les deux arcs A & G. *Fig.* 11.

36. Faire un angle égal à un autre donné.

L'angle D ſera celui qu'il faut imiter. Par l'ouverture du compas que vous voudrez, dont vous poſerez une pointe ſur le point D, décrivez l'arc FG; ſur la ligne AB, que nous ſuppoſons être celle ſur laquelle vous devez faire l'angle ſemblable, décrivez avec la même ouverture du compas un arc ſemblable NO; prenez la diſtance FG & la portez ſur NO, tirez la ligne AO, & vous aurez l'angle BAO ſemblable à FDG. *Fig.* 14.

Pl. 1. 37. Trouver le centre d'un arc quel qu'il ſoit, ou par trois points donnés faire paſſer une circonférence.

Fig. 12. Faites trois points à volonté CBA ſur l'arc CBA. Ouvrez le compas à volonté, poſez une pointe ſur le point A, & décrivez les deux arcs E & D. Poſez encore la pointe du compas ſur le point B, & conſervant la même ouverture, décrivez deux autres arcs aux mêmes points E & D, qui couperont les deux premiers. Du même point B décrivez deux autres arcs P & G; du point C coupez les deux arcs P & G; menez les lignes PG & ED qui paſſent ſur les quatre points d'interſection EPDG, ces deux lignes ſe couperont au point T, qui ſera le centre de l'arc propoſé.

Il faut s'accoutumer à opérer avec juſteſſe & préciſion. Lorſqu'on tirera une ligne, on tiendra la plume ou le crayon, ou la pointe toujours dans la même ſituation le long de la régle, ſans pencher plus d'un bout que de l'autre; & afin que la ligne paſſe toujours au milieu des points, après avoir poſé la régle auprès des points, on préſentera doucement la plume ou le crayon, ou la pointe ſur les points, pour éprouver ſi en tirant la ligne, elle paſſera exactement ſur les points. On maniera toujours le compas fort légerement, & on fera les points fort petits ſur la ſurface ſur laquelle on fera quelque opération.

SECTION III.

Quelques notions de la Sphere.

38. LA *Sphere* eſt une repréſentation de tous les Cercles imaginés, ſoit dans le ciel, ſoit ſur la terre. *Voyez la Figure 10. Planche 2.*

39. On appelle le *Zénit*, le point du ciel qui eſt préciſément au deſſus de ſoi ; & le *Nadir*, celui qui eſt au deſſous, diamétralement oppoſé au Zénit. On change de Zénit toutes les fois que l'on va d'un lieu à un autre, parce que le Zénit eſt toujours au deſſus de ſoi en quelque place de la terre que l'on ſe trouve. Pl. 2.

40. On appelle grands cercles dans la Sphere, ceux dont le plan paſſe par le centre de la Sphere, c'eſt-à-dire, qui ſont auſſi grands que le diametre entier de la Sphere.

41. Les *Pôles* ſont les deux points A & B, où va aboutir la ligne qui traverſe le centre de la terre T. C'eſt ſur cette ligne que tout l'Univers tourne, & que l'on appelle l'*axe* de la Terre ou du Monde. Ces deux Pôles ont chacun un nom particulier ; l'un comme A, s'appelle le Pôle arctique, ou le Pôle élevé, ou ſeptentrional, ou du nord, ou boréal ; & l'autre comme B, s'appelle le Pôle antarctique, ou Pôle abaiſſé, ou auſtral, ou du ſud, ou méridional. *Fig. 10.*

42. *L'Horiſon* HH eſt un grand cercle de la Sphere qui le partage en deux parties égales, dont l'une eſt expoſée à nos yeux, & l'autre eſt au deſſous de nous. La partie que nous voyons s'appelle *hémiſphere ſupérieur*, ou notre *hémiſphere*, & l'autre eſt appellée *hémiſphere inférieur*.

43. Le *Méridien* MZM eſt un grand cercle qui paſſe par les deux Pôles du Monde, de même que par le Zénit & le Nadir ; il diviſe la Sphere en deux hémiſpheres, dont l'un eſt appellé *oriental*, & l'autre *occidental*. Ce cercle ſe nomme *Méridien*, parce que le Soleil y étant parvenu, il eſt midi, pour tous ceux qui ſont ſous le même Méridien. Il s'enſuit de-là, qu'un homme qui s'en va droit d'un Pôle à l'autre, répond toujours au même Méridien ; mais s'il va de l'orient à l'occident, il change de Méridien à chaque pas qu'il fait : par conſéquent, il y a des Méridiens ſans nombre, mais il y a encore plus

Pl. 2. d'horiſons. Quoiqu'il y ait un ſi grand nombre de Méridiens, il n'y en a pourtant qu'un à l'endroit où l'on eſt, celui qui paſſe par le Zénit & le Nadir.

44. *L'Equateur* ou l'*Equinoxial* EE eſt un grand cercle qui diviſe la Sphere en deux hémiſpheres, dont l'un eſt appellé ſeptentrional, ou boréal, ou nord; & l'autre méridional, ou auſtral, ou ſud. On appelle ce cercle *Equateur*, parce que le Soleil paroiſſant ſe mouvoir ſur ce cercle, le jour eſt égal à la nuit; ce qui arrive deux fois l'année, l'une vers le 21 Mars; & l'autre vers le 23 Septembre, qui ſont les deux Equinoxes. Les deux points où l'Equateur coupe l'horiſon, s'appellent l'Eſt & l'Oueſt, ou l'Orient & l'Occident vrais. Le jour des équinoxes le Soleil ſe leve & ſe couche aux points où l'Equateur
Fig. 15. coupe l'horiſon.

45. On conçoit tous les cercles de la Sphere diviſés en 360 parties, que l'on appelle dégrés, le dégré en 60 minutes, & la minute en 60 ſecondes.

46. Le *Zodiaque* ZZ eſt un grand cercle qui coupe obliquement l'Equateur. La largeur du Zodiaque eſt partagée en deux parties égales, par une ligne que l'on appelle l'*Ecliptique*, qui repréſente la trace que le Soleil ſuit pendant toute l'année, & de laquelle il ne s'écarte jamais.

47. L'Ecliptique étant obliquement poſée ſur l'Equateur, s'en éloigne de chaque côté de 23° 28′ ou environ, & va toucher du côté du Midi un autre cercle TT parallele à l'Equateur, que l'on appelle le *Tropique du Capricorne*, ou *Tropique d'hyver*; & de l'autre côté oppoſé il touche un autre cercle ſemblable TT, que l'on nomme également *Tropique*; c'eſt le *Tropique de l'Ecreviſſe*, ou *Tropique d'été*.

48. On partage la circonférence du Zodiaque & de l'Ecliptique en 12 parties égales, que l'on appelle *Signes*, & chaque ſigne en 30°, qui font la douzieme partie de 360°. Les noms de ces 12 ſignes

ſont, le Bélier, le Taureau, les Gémeaux, l'Ecre- Pl. 2.
viſſe, le Lion, la Vierge, la Balance, le Scorpion, le Sagittaire, le Capricorne, le Verſeau & les Poiſſons.

49. Le *Bélier* & la *Balance* ſe trouvent ſur l'Equateur diamétralement oppoſés. Lorſque le Soleil y eſt arrivé, ce ſont les Equinoxes; le premier au mois de Mars, & le ſecond au mois de Septembre. Le commencement de l'*Ecreviſſe* & du *Capricorne* ſont au point d'attouchement de l'Ecliptique avec les Tropiques. Lorſque le Soleil s'y trouve, ce ſont les Solſtices; le premier eſt du côté du Septentrion, & c'eſt le Solſtice d'été; le ſecond eſt du côté du Midi, & c'eſt le Solſtice d'hyver. Le premier arrive environ le 21 du mois de Juin, & le ſecond environ le 21 du mois de Décembre.

50. La moitié des ſignes étant placés à chaque côté de l'Equateur, ce cercle les ſépare en deux, dont les uns ſont appellés *Septentrionaux* & les autres *Méridionaux*. Les ſeptentrionaux ſont les ſix premiers, ſçavoir, le Bélier, le Taureau, les Gémeaux, l'Ecreviſſe, le Lion & la Vierge. Les ſix autres ſont appellés méridionaux.

51. Il y a ſix ſignes que l'on appelle *Aſcendans*, & ſix autres que l'on nomme *Deſcendans*. Les ſignes aſcendans ſont ceux que le Soleil parcourt lorſqu'il monte, c'eſt-à-dire, lorſqu'il s'approche de plus en plus de notre Zénit à Midi; ce ſont le Capricorne, le Verſeau, les Poiſſons, le Bélier, le Taureau & les Gémeaux. Les ſix autres ſont appellés deſcendans, parce que le Soleil les parcourt, lorſqu'il s'en retourne au Tropique d'hyver.

52. On déſigne les 12 ſignes du Zodiaque par les caracteres ſuivans, avec les mois qui leur conviennent.

Pl. 2.

Le Bélier,	*le Taureau,*	*les Gemeaux,*	*l'Ecreviſſe,*
♈	♉	♊	♋
Mars.	Avril.	Mai.	Juin.

le Lion,	*la Vierge,*	*la Balance,*	*le Scorpion,*
♌	♍	♎	♏
Juillet.	Aoust.	Septembre.	Octobre.

le Sagittaire,	*le Capricorne,*	*le Verſeau,*	*les Poiſſons.*
♐	♑	♒	♓
Novembre.	Décembre.	Janvier.	Février.

53. Les *verticaux*, ou autrement appellés les *Azimuts*, ſont de grands cercles qui ſe coupent tous au Zénit & au Nadir, & paſſent par l'horiſon, qui les coupe tous à angles droits.

54. Entre les verticaux, il y en a un remarquable que l'on appelle *le premier vertical;* il paſſe par le Zénit & le Nadir, & par les points de l'horiſon, qui ſont le vrai Orient & le vrai Occident. Ce cercle eſt conçu toujours fixe, aux points du vrai Orient & du vrai Occident: mais on le conſidere comme changeant de place au Zénit & au Nadir, toutes les fois que nous changeons de Zénit. Ceux qui ſont ſous l'Equateur, ayant leur Zénit à l'Equateur même, regardent le premier vertical comme n'étant point different de l'Equateur, parce que l'Equateur paſſe par leur Zénit & par les points du vrai Orient & du vrai Occident (44). Le Méridien peut être regardé comme un des verticaux qui coupe le premier vertical à angles droits.

55. On appelle *vertical du Soleil,* celui des verticaux dans lequel le Soleil ſe trouve au moment qu'on obſerve ſa hauteur, ou qu'on marque un point d'ombre ſur un plan: on peut dire, plus générale-

ment, que le vertical du Soleil eſt celui qui paſſe par ſon centre à quelque moment que ce ſoit. Pl. 2.

56. La *latitude* ou la *hauteur du Pôle*, ce qui eſt le même, eſt la diſtance depuis l'horiſon juſqu'au Pôle. Les dégrés de l'élevation du Pôle ſe comptent ſur le Méridien, en commençant à l'horiſon.

57. On appelle la *déclinaiſon du Soleil*, ſa diſtance de l'Equateur. Les dégrés de la déclinaiſon du Soleil ſe comptent ſur le Méridien; ſur quoi il faut remarquer que les dégrés du Méridien ne ſuivent pas ceux de l'Ecliptique, parce que l'Ecliptique eſt dans une ſituation oblique, par rapport au Méridien; auſſi eſt-il à remarquer que le Soleil parcourant l'Ecliptique, paſſe les dégrés du Méridien plus rapidement, lorſqu'il eſt près de l'Equateur, & que ſa marche devient toujours plus lente par rapport au Méridien, à meſure qu'il s'éloigne de l'Equateur. C'eſt ce que l'on pourra obſerver par les Tables de la déclinaiſon du Soleil, que l'on trouvera à la fin de ce Traité.

58. Le lieu du Soleil eſt le point ou le dégré de l'Ecliptique où il ſe trouve. On dit, par exemple, que le Soleil eſt au 12^{e} dégré du Lion ou de la Vierge, &c. mais ce n'eſt pas à dire que ſa déclinaiſon ſoit de 12°, la déclinaiſon du Soleil ne ſe comptant que ſur les dégrés du Méridien. Il faut toujours ſçavoir vis-à-vis quel dégré du Méridien ſe trouve le 12^{e} dégré du Lion, de la Vierge, &c. & pour lors on connoît ſa déclinaiſon.

59. On appelle *la hauteur du Soleil*, le nombre des dégrés dont il eſt élevé au deſſus de l'horiſon, leſquels ſe comptent ſur le cercle vertical qui paſſe par le milieu du Soleil.

60. *La hauteur méridienne du Soleil* eſt le nombre des dégrés dont il eſt élevé ſur l'horiſon au moment de midi. Cette hauteur ſe trouve, en ajoutant la déclinaiſon du Soleil, ſi elle eſt ſeptentrionale, avec

Pl. 2. le complément de la latitude ; & ſi la déclinaiſon eſt méridionale, la ſomme de la déclinaiſon & 90° ſont ſa hauteur méridienne.

61. L'*angle du vertical du Soleil avec le Méridien* eſt celui qui eſt formé au Zénit & au Nadir, par le cercle vertical où il ſe trouve, & par le Méridien du lieu. Son ouverture eſt meſurée par l'arc de l'horiſon terminé par ces deux cercles.

62. L'*angle du vertical du Soleil avec le plan du Cadran vertical* eſt un angle horiſontal, qui peut être conſideré comme étant formé par la ligne horiſontale du Cadran, & par celle dans laquelle le vertical où ſe trouve le Soleil, coupe l'horiſon. L'ouverture de cet angle ſe compte par l'arc de l'horiſon, compris entre ce vertical du Soleil & le point où le plan prolongé juſqu'à l'horiſon iroit aboutir.

63. La *diſtance du Soleil au Pôle élevé* eſt toujours le complément de ſa déclinaiſon, quand elle eſt ſeptentrionale ; ou la ſomme de ſa déclinaiſon & 90°, ſi elle eſt méridionale.

64. La *diſtance du Soleil au Zénit* eſt toujours le complément de ſa hauteur. La *diſtance du Pôle au Zénit* eſt le complément de l'élévation du Pôle, & par conſéquent égale à la hauteur de l'Equateur.

SECTION IV.

Explication des termes propres & particuliers aux Cadrans.

65. LA *Gnomonique* eſt l'art de tracer des Cadrans ſolaires ſur toutes ſortes de ſurfaces.

66. Un *plan* eſt la ſurface ſur laquelle on trace un Cadran ſolaire ; de ſorte qu'un Cadran ſolaire n'eſt autre choſe que cette ſurface même ſur laquelle

on

on a tracé des lignes, ſelon les régles de la Gnomonique qui marquent la marche du Soleil, par l'ombre d'un ſtyle ou d'un axe; par ce moyen on y voit l'heure qu'il eſt.

67. Le *Style* eſt une verge de fer inſérée dans le plan du Cadran, dont le ſommet ou l'extrémité ſupérieure montre les heures par ſon ombre. Quelquefois on attache une plaque percée au bout du ſtyle; pour lors le rayon de lumiere qui paſſe par le trou de la plaque montre auſſi les heures. C'eſt toujours également un ſtyle. On l'appelle auſſi un *Gnomon.*

68. On appelle le *pied du Style* le point du plan du Cadran, qui répond perpendiculairement ou à angles droits au ſommet du ſtyle, ou au centre du trou de la plaque... Ainſi le pied du ſtyle, ſur un plan horiſontal, eſt un point qui ſe trouve au moyen d'un plomb terminé en pointe dans ſa partie inférieure, & que l'on ſuſpend avec un fil au centre du trou de la plaque, ou au ſommet du ſtyle; (nous ſuppoſons que le ſtyle eſt courbe:) le point où touche la pointe du plomb, eſt le pied du ſtyle. Mais pour le plan vertical, le pied du ſtyle eſt un point, où iroit aboutir une ligne horiſontale tirée du centre du trou de la plaque, ou du ſommet du ſtyle, laquelle ligne tomberoit perpendiculairement en tout ſens ſur le plan du Cadran. Nous dirons dans la ſuite comment il faut faire pour trouver exactement le pied du ſtyle ſur le plan vertical.

69. L'*axe du Cadran* eſt une verge de fer ou d'autre matiere, qui marque l'heure par toute la longueur de ſon ombre; à la différence du ſtyle, qui ne montre l'heure que par l'ombre de ſon extrémité ſupérieure.

70. L'*horiſontale du plan* eſt une ligne de niveau, qui paſſe par le pied du ſtyle. Il faut s'aſſurer que cette ligne eſt bien horiſontale par le moyen d'un bon

niveau; elle eſt d'un grand uſage dans les Cadrans qui ne ſont point horiſontaux.

71. La *verticale du plan* eſt une ligne exactement à plomb, qui paſſe par le pied du ſtyle; elle eſt la trace du cercle vertical perpendiculaire au plan. On la tire au moyen d'un plomb ſuſpendu à un fil. Cette ligne eſt auſſi d'un grand uſage dans les Cadrans verticaux.

72. Le *centre diviſeur* eſt un point hors d'une ligne droite, au moyen duquel on la diviſe en dégrés du cercle. Comme nous indiquerons dans chaque cas où il faut placer ce point pour s'en ſervir, nous n'en dirons pas autre choſe pour le préſent.

73. La *Méridienne*, dans toutes ſortes de Cadrans, eſt la ligne qui déſigne le vrai Midi. Dans les Cadrans verticaux, cette ligne eſt à plomb; mais elle ne l'eſt pas toujours dans les Cadrans inclinés.

74. La *ſouſtylaire* eſt une ligne ſur laquelle on place toujours le ſtyle, ou l'axe. Dans les Cadrans horiſontaux, elle n'eſt pas différente de la Méridienne, comme dans les verticaux non déclinans: mais dans les déclinans, la ſouſtylaire devient une autre ligne que la Méridienne, & fait toujours un angle avec elle, qui ne peut pas être plus grand que le complément de l'élévation du pôle. La ſouſtylaire eſt ſouvent appellée la *Méridienne du plan;* mais il ne faut pas la confondre avec la Méridienne qui marque 12 heures, qui s'appelle la *Méridienne du lieu.* Du reſte, la ſouſtylaire paſſe toujours par le centre du Cadran & le pied du ſtyle. Elle eſt la trace du Méridien qui ſe rencontre perpendiculaire au plan.

75. Le *centre du Cadran* eſt un point où vont aboutir toutes les lignes horaires, de même que l'axe. Quelquefois ce centre ſe trouve hors du plan, comme nous le verrons dans la ſuite.

76. L'*équinoxiale* eſt une ligne droite qui repréſente l'Equateur, & qui dans tous les Cadrans, fait toujours un angle droit avec la ſouſtylaire. Comme l'Equateur eſt la meſure & la regle du temps; c'eſt auſſi ſur cette ligne que l'on commence à trouver les points horaires. Cette ligne eſt d'un grand uſage dans la conſtruction des Cadrans.

77. Le *rayon équinoxial* ou de l'*Equateur*, eſt une ligne droite, menée de l'extrémité du Style au point où la ligne équinoxiale rencontre la ſouſtylaire.

78. On trace pluſieurs eſpeces de Cadrans ſur des ſurfaces planes; ils peuvent ſe réduire à trois eſpeces principales, le Cadran *horiſontal*, le *vertical* & l'*incliné*.

79. Le *Cadran horiſontal* eſt celui que l'on décrit ſur un plan parallele à l'horiſon. Comme ce Cadran peut être éclairé tout le temps que le Soleil demeure ſur notre horiſon, il peut marquer les heures pendant toute la journée: auſſi ſon uſage eſt-il plus étendu que celui de tous les autres.

80. Le *Cadran vertical* eſt celui que l'on trace ſur un plan vertical, comme eſt un mur à plomb. Entre les Cadrans verticaux, quatre ſont appellés *réguliers*, parce qu'ils ſont tournés directement vers un des quatre points cardinaux, ſçavoir, le *Midi* ou le *Sud*, le *Nord* ou le *Septentrion*, l'*Eſt* ou l'*Orient*, & l'*Oueſt* ou l'*Occident*. Ces quatre eſpeces de Cadrans ſont le *Méridional*, tourné vers le Midi; le *Septentrional*, vers le Nord ou le Septentrion; l'*Oriental*, vers l'Orient, & l'*Occidental*, qui eſt tourné vers l'Occident.

81. Les autres Cadrans verticaux ſont appellés *déclinans*, parce qu'ils ſont tournés obliquement vers le Midi ou le Septentrion. Si la face du mur, ſur lequel on veut tracer le Cadran, eſt obliquement tournée du Midi vers l'Orient, on dira que c'eſt un Cadran déclinant du Midi à l'Orient. Si le plan du

mur regarde obliquement l'Occident, & que cette face ſoit tournée quelque peu vers le Midi, ce ſera un Cadran du Midi déclinant vers l'Occident. Il faut en dire de même des plans déclinans du Septentrion. Les Cadrans orientaux & occidentaux ne ſont jamais déclinans, car ils ne ſetoient plus regardés comme orientaux ou occidentaux, mais comme méridionaux ou ſeptentrionaux fort déclinans.

82. La *déclinaiſon d'un plan* conſiſte en ce que le plan fait des angles obliques avec le premier vertical. Les dégrés de déclinaiſon ſe comptent ſur l'horiſon depuis le point du vrai Orient ou Occident, juſqu'au point de l'horiſon, où iroit toucher le plan, s'il étoit prolongé à l'infini.

83. Le *Cadran incliné* eſt celui qui fait deux angles obliques avec l'horiſon, l'un aigu & l'autre obtus. Le Cadran incliné eſt *ſupérieur* ou *inférieur*. Le ſupérieur eſt celui qui regarde le ciel, & l'inférieur regarde la terre. Parmi les Cadrans inclinés, il y en a deux principaux, l'*équinoxial* & le *polaire*.

84. Le *Cadran équinoxial* eſt celui dont le plan eſt parallele à l'Equateur, & fait par conſéquent avec l'horiſon, un angle aigu égal à l'élévation de l'Equateur ſur l'horiſon. Cette élévation de l'Equateur eſt toujours le complément de l'élévation du Pôle. Le Cadran équinoxial ſupérieur eſt tourné du côté du Septentrion, & l'inférieur vers le Midi.

85. Le *Cadran polaire* eſt celui qui ſe fait ſur un plan parallele à l'axe de la Terre, & qui coupe perpendiculairement le Méridien du lieu. Le plan de ce Cadran fait avec l'horiſon un angle égal à l'élévation du Pôle à l'égard de ce lieu. On appelle en général *Cadrans polaires* tous ceux dont les plans ſont paralleles à l'axe, quoiqu'ils ne ſoient pas perpendiculaires au Méridien. Tous les Cadrans paralleles à l'axe de la Terre, ne peuvent pas avoir de centre; les Cadrans orientaux & occidentaux ſont auſſi cenſés

paralleles à l'axe ; ainſi ils n'ont point de centre abſolument.

CHAPITRE II.

Inſtrumens néceſſaires à la conſtruction des Cadrans ſolaires.

86. Avec la ſcience la plus complette, & l'adreſſe la plus parfaite, on ne viendra jamais à bout de conſtruire, comme il faut, un Cadran ſolaire ſans inſtrumens. Nous indiquerons, dans ce Chapitre, ceux que l'on doit ſe procurer. Nous faiſons connoître la conſtruction des plus parfaits & des plus commodes, & qui ſont par conſéquent les plus chers. Nous en décrivons d'autres de moindres frais, pour ceux qui ſeront bien aiſes de ne pas dépenſer beaucoup, ou qui ne voudront faire qu'un Cadran. Il eſt cependant certain que plus les inſtrumens ſeront parfaits, plus les opérations ſeront exactes. La juſteſſe d'un Cadran dépend beaucoup de celle des inſtrumens.

87. L'étui ordinaire de Mathématiques eſt fort utile, du moins un compas de 6 pouces à pointes fines. On pourroit abſolument ſe ſervir d'un compas de fer, tel que ceux des Menuiſiers, en le choiſiſſant bien coulant ; il faut en rendre les pointes bien fines. Un compas d'un pied de long eſt encore néceſſaire. Ceux de cette eſpece étant fort chers, ſi on ne veut pas en faire la dépenſe, on pourra s'en procurer un de fer, tel que ceux des Tailleurs de pierres ou Charpentiers, appellés *fauſſes équerres* : les Serruriers les font. On a beſoin de prendre de grandes diſtances ; & les compas de plus d'un pied de long devenant fort peſans, ne ſont pas propres à operer avec juſteſſe, *Pl. 3. Fig. 6.*

Pl. 3. Il ſera bon d'avoir un ou deux compas à verge, dont nous donnerons la conſtruction vers la fin de ce Chapitre.

88. Il faut avoir grande attention à ſe procurer des regles bien droites, & de pluſieurs grandeurs. Les plus grandes de 8 ou 10, ou 12 pieds de longueur, doivent avoir au moins 4 pouces de largeur, ſur 7 ou 8 lignes d'épaiſſeur, & les plus courtes à proportion. Elles doivent être également larges & épaiſſes d'un bout à l'autre. On ſe ſouviendra toujours de faire repaſſer les regles, par un bon Menuiſier, avant que de s'en ſervir. Ces longues regles ſont ſujettes à ſe fauſſer; le ſoleil, la pluye, leur propre poids les gâtent: il faut les en garantir. Quelquefois elles ne ſont plus droites après un ou deux jours. Le ſapin eſt le bois le plus léger & le plus commode pour les grandes regles. On pourra faire les petites en bois plus ſolide.

89. Un bon niveau d'air eſt d'un grand ſecours pour tracer des lignes horiſontales, & pour poſer un Cadran horiſontal bien de niveau. *Voyez la Fig.* 17. *Fig.* 17. Il eſt certain qu'avec un niveau de cette eſpece, quand il eſt bien ajuſté, on travaille avec une grande préciſion. Ceux qui ne voudront pas ſe le procurer, pourront ſe ſervir d'un niveau de bois ordinaire. On obſervera ſeulement qu'il ſoit récemment fait, que ſa ligne à plomb ſoit très-fine; & au lieu d'une ficelle pour ſuſpendre le plomb, on employera un fil de ſoye très-fin. On le fera faire plus élevé qu'à l'ordinaire, afin qu'il ſoit plus ſenſible à la vûe lorſqu'on s'en ſert; mais quelque ſoin que l'on prenne, ces ſortes de niveaux ne ſont pas long-temps juſtes, & rarement le ſont-ils aſſez pour faire les opérations avec préciſion.

90. On ne peut ſe paſſer d'un plomb de cuivre, dont l'extrémité inférieure ſoit terminée en pointe, qui doit être d'acier. Il doit être fait au tour, afin

que ſa pointe ſoit bien au centre de ſa peſanteur, *Pl. 3.* & qu'elle ſe trouve dans la même ligne que la ſoye qui le ſuſpend. On peut le faire en étain ou en plomb, pourvû que ſa pointe ſoit toujours d'acier, & qu'il ſoit fait au tour. *Voyez la fig.* 18. *Fig.* 18.

91. Il eſt néceſſaire d'avoir un *faux ſtyle* pour prendre la déclinaiſon des plans verticaux. La fig. 19. *Fig.* 19. le repréſente. La partie DE eſt la pointe que l'on enfonce dans le mur à coups de marteau, en frappant ſur la tête F. Cette pointe doit avoir environ 6 pouces de longueur de D à E, ſur 10 lignes en quarré vers la partie la plus groſſe. La branche DKLI doit être ſoudée à la partie DFE, & porter deux couliſſes IL, avec la vis V. La branche CGL entre en forme triangulaire dans les deux couliſſes IL. A l'extrémité C de la branche LGC, on attache une plaque de fer ou de cuivre de 9 à 10 pouces de diametre, avec un trou de 3 lignes de diametre ou environ. L'extrémité C de la branche LGC ſe terminera en pointe aſſez déliée, & d'acier: on fera un petit trou ſur le bout de cette pointe, qui aboutira au milieu du trou de la plaque, laquelle ſe poſera par deſſus le pli ou la courbure du bout de la branche, & s'y fixera avec deux vis. La plaque ſera tant ſoit peu cambrée ou creuſe, & poſée à peu près parallelement au mur. Depuis la partie D juſqu'à H, on donnera 8 à 9 pouces; & depuis H juſqu'à C, 15 à 20 pouces. On ne manquera pas d'ôter la plaque lorſqu'on enfoncera le ſtyle dans le mur, pour ne pas riſquer de rompre tout. Au reſte, tout cet inſtrument doit être fait en fer, excepté la plaque qui ſera mieux en cuivre.

Telle eſt la conſtruction du ſtyle le plus commode. On peut le faire avec moins de façon & de dépenſe, en retranchant les couliſſes, & faiſant toutes les parties d'une ſeule piece, excepté la plaque.

Pour en faire un avec encore moins de frais, il

Pl. 3. faudroit le fabriquer en bois, avec un empatement, pour l'arrêter contre le mur avec des cloux, ou quelque pate de fer; mais il eſt à craindre que le Soleil ne faſſe tourmenter le bois, après que l'on aura marqué le pied du ſtyle; en ce cas toutes les opérations étant défectueuſes, on n'auroit pas la véritable déclinaiſon du plan. Une barrette de fer, comme celle des vitres, un peu courbée vers le bout, & terminée en pointe émouſſée, pourra ſuffire. On la ſcellera dans le mur par l'autre extrémité, & on ſe ſervira de ſon ſommet comme du trou de la plaque.

92. Un autre faux ſtyle eſt néceſſaire pour tracer *Fig. 20.* une Méridienne horiſontale. Ce faux ſtyle doit pouvoir ſe tenir debout ou verticalement ſur un plan horiſontal; c'eſt pourquoi on y fera dans la partie inférieure un empatement ſuffiſant, pour qu'il puiſſe ſe ſoutenir ſans tomber; on pourra faire trois trous ſur cet empatement ou plaque, afin de l'arrêter, s'il eſt beſoin; du reſte, on le fera à couliſſe ou ſans couliſſe, comme l'on voudra. On ſent aſſez qu'étant à couliſſe, il eſt bien plus commode. Le bout ſupérieur ſera recourbé pour porter horiſontalement ſa plaque percée, qui pourra avoir 5 ou 6 pouces de diametre, avec un trou d'une ligne ou une ligne & demie de diametre. Ce faux ſtyle aura 12 à 15 pouces de haut: il doit être tout en fer, excepté la plaque *Fig. 20.* percée. *Voyez la fig.* 20.

On peut faire conſtruire ce faux ſtyle en bois, & faire la plaque percée en étain ou en fer blanc: mais le bois riſque de ſe tourmenter pendant l'opération. Cependant ſi on le faiſoit bien fort, il n'y auroit pas tant à craindre. On fait, ſi l'on veut, ce faux ſtyle avec une barrette de fer, à pointe émouſſée & recourbée. On peut le faire tenir ſur un pied de bois, ou le planter dans le plan. On pourroit ajuſter à ſon extrémité ſupérieure une plaque, ou de fer fort mince, ou de fer blanc, ou même de plomb. Les

opérations ſont plus juſtes quand on ſe ſert d'une plaque percée, qu'en prenant des points d'ombre d'une pointe émouſſée. *Pl. 3.*

93. La figure 21. repréſente une *double équerre* de bois abſolument néceſſaire, pour poſer les axes des Cadrans verticaux. AB eſt une regle d'environ 3 pieds de long, ſur 3 ou 4 pouces de large, ſur laquelle eſt aſſemblée la regle CD, qui aura 3 ou 4, ou 5 pieds, ou même davantage de hauteur; on y aſſemblera une écharpe de chaque côté, pour que la regle CD ne penche ni d'un côté, ni d'autre. On tracera la ligne CD parfaitement à angles droits ſur la ligne AB, qui eſt la baſe. L'on mettra deux pointes de fer de 3 ou 4 lignes de ſaillie dans la vive arête du bord antérieur de la baſe AB, à égale diſtance de C. Il faudra couder ces pointes, afin qu'elles ſe trouvent préciſément ſur le bord. Elles ſervent pour empêcher l'inſtrument de gliſſer, lorſqu'on l'applique contre la muraille. Tout le bois aura environ un pouce d'épaiſſeur. Le ſapin eſt fort propre pour cela. *Fig. 21.*

On peut faire la double équerre plus petite ou plus grande, ſelon que le Cadran ou l'axe ſera grand ou petit.

94. La figure 22. repréſente une *triple équerre* de bois, pour ſervir à poſer les axes des Cadrans verticaux ſans centre. La figure fait aſſez voir ſa conſtruction. On mettra également deux pointes à ſa partie antérieure aux endroits A & B, & une autre ſur le derriere en E. On fera attention que la ligne CD ſoit parfaitement perpendiculaire à la ligne AB de la baſe, & à CE. *Fig. 22.*

95. L'inſtrument le plus commode & même le plus eſſentiel pour travailler avec toute la préciſion, la facilité & la diligence que l'on peut ſouhaiter, eſt un *compas à verge*, dont nous allons donner la conſtruction aſſez au long. *Voyez en la fig. pl. 4. fig. 23.* *Pl. 4.* *Fig. 23.*

Sa principale piece eſt une regle de laiton de 4 ou 5 pieds de longueur ; de 4 à 5 lignes d'épaiſſeur, ſur environ 8 lignes de largeur. Si cette regle eſt de bois, on peut la faire de 7 à 8 lignes d'épaiſſeur, ſur 15 lignes de largeur, d'un bois bien ſec & d'un grain très-fin, comme de poirier, cormier, ébene, ou d'autres bois de l'Amérique, qui ſont très-durs & non poreux ; le buis eſt encore fort bon pour cela. Que cette regle ſoit bien dreſſée, & ſurtout égale d'un bout à l'autre. On fixera à chaque bout une virole de cuivre, qui n'excede point la groſſeur de la regle ; cette virole conſervera les bouts de la regle, pour qu'ils ne s'écornent point.

Pl. 5. *Fig.* 24. On fera deux boëtes de cuivre jaune ou laiton, d'environ 3 pouces de longueur de A en B. Comme la fig. 24. repréſente ces boëtes dans toute leur grandeur, les dimenſions de toutes ſes parties ſeront pluss faciles à être connues. Il eſt eſſentiel que la partie antérieure EBDC ſoit exactement à angles droits avec le fond, ou la baſe MN ; de ſorte que la regle étant dans les deux boëtes, & les approchant l'une de l'autre, elles ſe touchent dans toute leur partie antérieure, depuis E juſqu'à D. On poſe un reſſort dans le dedans de la partie ſupérieure EG, & dans toute la largeur de la boëte, lequel ſera arrêté par le bout E, au moyen d'une vis que l'on mettra en dehors ; de ſorte que le reſſort faiſant une ligne courbe, comme on l'apperçoit en L, ſe redreſſe quand la regle eſt dans la boëte, & a la liberté de s'allonger par le bout G. Il doit être fort, afin qu'il tienne toujours le fond MN de la boëte bien appliqué contre la regle. Ce reſſort ſera de laiton comme la boëte, mais bien *écroui*. Dans la partie ſupérieure de la boëte il y aura une éminence O de laiton, où il y aura un trou en vis pour recevoir la vis H, laquelle preſſera ſur le reſſort pour arrêter la boëte, lorſqu'il en ſera beſoin. En général toutes les vis doivent être d'acier.

La pointe D ſera d'acier, & inſérée dans le maſſif *Pl. 5.* de laiton P, dans lequel il y aura un trou triangulaire, dont une face regarde la vis K; par conſéquent la pointe D aura ſon tenon I également triangulaire dans toute ſa longueur. Vis-à-vis l'endroit où la vis K fait ſa preſſion ſur le tenon, on fera un commencement de trou dans le tenon, afin que la pointe D ſoit bien fixe dans ſa place. Le bout de la pointe D ſera trempé, pour qu'il ne s'émouſſe pas aiſément; il faut faire attention que les boëtes ſoient bien ajuſtées ſur la regle, qu'elles coulent aiſément ſans balloter. On fera deux garnitures de pointes, dont une paire ſera fine & déliée pour travailler ſur le papier, ou pour faire des diviſions exactes; & l'autre paire ſera plus forte pour s'en ſervir ſur le mur & ſur le plancher, lorſqu'il en ſera beſoin. Le laiton dont on conſtruira ces boëtes doit avoir une demi-ligne d'épaiſſeur tout fini & travaillé.

Voici deux mots d'inſtruction pour ceux qui ſeront bien aiſes d'exécuter eux-mêmes ces boëtes. Un Fondeur leur fondra une boëte de 6 pouces de long, creuſe, en bon laiton bien doux & jaune, de la meilleure qualité. Celui que l'on achete en gros fil eſt le meilleur. Après qu'on aura bien limé le dedans de la boëte, pour en ôter toutes les aſpérités & les impreſſions du feu & du ſable de la fonte, on y *Fig. 24.* introduira à force & à bon coups de marteau, une regle de fer qu'on appelle un *Mandrin,* de 7 à 8 pouces de longueur, & de la même épaiſſeur que celle de bois, mais un peu plus large; du reſte bien limée & bien dreſſée; on frottera d'huile ce mandrin de fer, afin qu'il entre plus facilement. On fera bien de ne faire la regle de bois qu'après que les boëtes ſeront finies; on s'épargnera par-là bien du travail. Quand le mandrin ſera entierement dans la boëte, on l'écrouira doucement d'un bout à l'autre ſur les

Pl. 5. quatre faces, prenant garde de ne pas gâter les parties O & P. Quand la boëte ſera écrouie par-tout, on ôtera le mandrin, & on le remettra dans la boëte dans un autre ſens. On le forcera ainſi à entrer dans la boëte en pluſieurs ſens différens, afin que le dedans ſoit bien dreſſé & régulier. Il eſt néceſſaire qu'il ſoit ainſi, parce qu'on eſt obligé de changer ſouvent la ſituation des boëtes ſur la regle. En remettant pluſieurs fois le mandrin dans la boëte, il ne faut plus frapper deſſus; on rendroit par-là ſon dedans irrégulier.

La boëte étant bien écrouie, & ſon dedans bien dreſſé par l'opération précédente, on la ſciera en travers au milieu pour en faire les deux boëtes. On fera un trou, au moyen d'un foret, dans le maſſif P, qui doit être percé entierement juſqu'au dedans de la boëte. Le trou étant fait on le rendra triangulaire, en le limant avec une lime à tiers point; après quoi on y introduira à coups de marteau, un mandrin d'acier trempé & triangulaire, de 12 à 15 lignes de longueur, en obſervant qu'une arête du triangle regarde la partie antérieure P de la boëte, & une face du même triangle du côté de la vis; & de peur qu'en introduiſant ainſi à force ce petit mandrin, qui ſera tant ſoit peu plus gros du bout qui ſupporte les coups de marteau que de l'autre, la boëte ne ſe fauſſe, on mettra dans la boëte le gros mandrin, en l'introduiſant par le bout GN, & ne le faiſant arriver que juſqu'au bord du trou triangulaire. On aura ſoin de
Fig. 24. mettre de l'huile au petit mandrin, lequel on retirera pluſieurs fois, & on le remettra en changeant toujours ſa ſituation, l'enfonçant peu à peu. Le trou triangulaire étant fait, on ajuſtera la pointe D, & on limera ſon tenon pour qu'il aille bien juſte dans ſon trou, & que la pointe joigne bien tout autour de ſon aſſemblage.

Cela fait, on retirera la pointe, & on fera le trou

en vis au derriere du maſſif, & la vis étant faite on remettra la pointe dans ſa place, & on enfoncera la vis K, qui fera une marque ſur le tenon I de la pointe D. On retirera un peu la vis; on ôtera la pointe, & on commencera un trou ſur l'endroit du tenon I, que la vis aura marqué, & encore tant ſoit peu plus bas, afin que l'effort de la vis attire toujours la pointe vers ſon aſſemblage. *Pl.* 5.

Le reſſort EG ſera très-bien écroui, & auſſi épais que tout le laiton de la boëte. On le fera auſſi large que la place pourra le permettre, & on l'arrêtera avec la vis E. On limera enſuite tout le dehors de la boëte enſemble avec la pointe; on la dreſſera bien de par-tout, & ſurtout la partie antérieure PCD. Pour cet effet on mettra de temps en temps la regle dans la boëte, le reſſort y étant; & on préſentera un équerre bien juſte, qui d'un côté doit toucher tout de long depuis E juſqu'à D, & de l'autre côté doit aller le long de la regle; il faut préſenter cette équerre deſſous & deſſus, en faire autant à l'autre boëte, les faire approcher l'une de l'autre. Lorſque l'on verra que cette partie des boëtes ſera bien ajuſtée, on achevera de limer tout le reſte; & après avoir trempé le bout des pointes, on finira le tout avec les limes douces. Enſuite on adoucira tout l'ouvrage avec la pierre à l'eau, ou, ſi on n'en a point, on ſe ſervira de la pierre ponce broyée; & avec un bâton de ſaule bien plat & bien uni & de l'huile, on frottera tout l'ouvrage, juſqu'à ce qu'il n'y paroiſſe aucun trait de lime, obſervant d'employer très-peu de pierre ponce. L'ouvrage ainſi bien adouci, on lui donnera le luſtre. Pour cela, on raclera avec un couteau une pierre de tripoli; on prendra cette poudre, que l'on employera, comme la pierre ponce, avec de l'huile, & un bâton de ſaule bien dreſſé: mais il eſt eſſentiel d'employer très-peu de tripoli. La groſſeur d'une ou deux lentilles ſuffit pour chaque boëte. Si on en

Pl. 5. employe davantage, on riſque de ne jamais donnee aucun luſtre. On frottera bien toute la piece en dee dans & en dehors avec un linge uſé & net, & toutte la piece ſera finie.

Si on aime mieux faire les boëtes avec du laiton en plaque, on pourra le plier en trois parties pour faire les trois faces de la boëte, & aſſembler la quatrieme pour faire la quatrieme face : on la ſoudera avec la ſoudure de zin, ou la ſoudure d'argent au *quatre;* ou bien faire la boëte en deux pieces, qui ſeront pliées pour faire les deux faces, les aſſembler & les ſouder; ou encore aſſembler les quatre faces & les ſouder. Mais il faut toujours ſouder en même tems, & tout à la fois, le maſſif P & l'éminence O. Quand on a ſoudé la piece, on lime le dedans, on y introduit le mandrin, & on fait tout le reſte, comme nous avons dit ci-deſſus.

Il faut remarquer, ſi on fait la regle de laiton, de ne pas paſſer les dimenſions que nous en avons données au commencement de cet article; ſi on la faiſoit plus groſſe, elle ſeroit trop peſante, & on ne pourroit pas s'en ſervir. Un compas à verge eſt toujours meilleur tout en laiton, que lorſqu'il y a une regle de bois, parce que les diviſions que l'on fait ſur le laiton peuvent être plus exactes.

Il ne ſuffit pas d'avoir un compas à verge très-bien fait; ſon uſage ſeroit trop borné : il eſt donc néceſſaire de faire certaines diviſions le long de la regle, qui ſont d'un uſage continuel & indiſpenſable dans l'exécution des meilleures regles de la Gnomonique. Nous allons parler de ces diviſions dans l'article ſuivant.

Pl. 5. *Fig.* 25. 96. Il faut en premier lieu faire une *échelle géométrique des parties égales* ſur un côté de la regle du compas à verge. On prend pour cela une des grandes faces, ſur laquelle on tirera, par le moyen d'un *truſquin,* une ligne d'un bout à l'autre, à demi

ligne du bord. Cette ligne AC ſera à trois pouces du bout, (qu'il faut laiſſer pour la place d'une des boëtes), on tirera la perpendiculaire AB. On prendra avec un compas à vis, court & fort, dont les pointes ſeront fines & très-aigues, on prendra, dis-je, ſur un pied de Roi une ouverture de 18 lignes, que l'on portera ſur la regle le long de la ligne depuis A juſqu'à l'autre bout de la regle, autant de fois qu'il pourra y en entrer. On marquera ces points très-petits & fort légerement : on ne fera point tourner le compas pour aller d'un point à l'autre ; mais le levant à chaque fois, on mettra une pointe ſur le dernier point que l'on aura fait, & avec l'autre pointe on marquera le ſuivant, ainſi des autres. La ligne parallele du bord, le long de laquelle on marque les points dont nous parlons, doit être très-légere & très-fine, de même que la perpendiculaire AB ; enſuite avec le truſquin on tracera à demi ligne de l'autre bord de la regle une autre ligne BD très-légere, ſemblable à la premiere, en appliquant ou en appuyant le truſquin du même côté que lorſqu'on a tracé la premiere ligne. Cela fait, on tracera par le moyen d'une équerre & d'une pointe très-fine & très-aigue, des perpendiculaires ſur tous les points que l'on a faits, enfonçant un peu fort la pointe qui doit être d'acier trempé. Toutes les lignes doivent être très-fines, mais gravées aſſez profondément. Afin de tracer toutes ces perpendiculaires EF, GH, CD, IK, &c. avec exactitude, on commencera par mettre la pointe au milieu du point ; on approchera l'équerre juſqu'à ce qu'elle touche la pointe, & tenant la pointe dans la même ſituation, on la pouſſera juſqu'à l'autre parallele BD, y revenant deux fois, ſi on croit n'avoir pas aſſez gravé la premiere fois.

Pl. 5.

Fig. 25.

On diviſera chaque centaine, qui eſt l'eſpace d'une perpendiculaire à l'autre, en deux parties égales, tou-

Pl. 5. jours par des points très-fins, & chaque eſpace reſtant en cinq parties égales; de ſorte que chaque cen-
Fig. 25. taine ſe trouvera diviſée en 10 parties égales. On en fera autant ſur l'autre parallele BD. C'eſt dans ces diviſions où il ne faut pas plaindre le temps, puiſqu'elles doivent être très-exactes. On tirera des obliques de *a* en *b*, de *c* en *d*, de *e* en *f*, de *g* en *h*, de *i* en *k*, de *l* en *m*, de *n* en *o*, de *p* en *q*, de *r* en *ſ*, de *t* en F, & de même à toutes les centaines d'un bout à l'autre, gravant ces obliques comme les perpendiculaires. Comme il ſeroit trop difficile de tracer ces obliques en ſe ſervant d'une regle, on fera en cuivre ou en bois dur une équerre exprès qui faſſe l'angle d'une oblique. En ce cas, il ne ſera pas néceſſaire de tranſporter ſur l'autre ligne parallele BD, les dixaines que l'on a marquées ſur la premiere parallele AC.

On diviſera la premiere perpendiculaire AB en dix parties égales, d'abord en deux, puis chaque moitié en cinq parties égales, toujours par des points très-fins; & avec un truſquin, l'appuyant toujours du même côté qu'au commencement, on tirera des paralleles d'un bout à l'autre, qui paſſent exactement ſur tous ces points. On les gravera profondément & finement comme les perpendiculaires; on repaſſera les premieres paralleles qui ont été marquées très-légerement, de même que la premiere parallele, & l'échelle géométrique des parties égales ſe trouvera diviſée.

Il reſte donc ſur un bout de la regle un eſpace de trois pouces, qui eſt la place d'une des boëtes, ſans aucune diviſion. On verra que dans la pratique il eſt quelquefois néceſſaire que l'échelle ſoit continuée juſqu'au bout; ainſi on fera fort bien de le faire, pourvû que la premiere centaine commence toujours, comme nous l'avons dit, après les trois pouces du bout.

Pour

Pour marquer les chiffres convenables ſur les diviſions, on mettra ſur la ſeconde perpendiculaire EF, 100; ſur GH, 200; ſur CD, 300; ainſi du reſte. Les autres chiffres ſe mettront comme on le voit ſur la figure. Tous ces chiffres s'impriment par un petit coup de marteau avec des chiffres d'acier, en maniere de poinçon. Il ne faut pas oublier d'ôter tous les petits coupeaux ou bavures qui s'élevent quand on grave ſur le bois avec des pointes : ce qui ſera aiſé à faire avec un ciſeau de Menuiſier qui coupe bien; mais il ne faut pas gratter ni racler, parce que la gravure ſe rempliroit. *Pl. 5.*

Nous avons ſuppoſé que les diviſions ſe faiſoient ſur une regle de bois; mais ſi on les fait ſur le laiton, il faut mettre au truſquin une pointe d'acier trempé, dont le bout ſoit aiguiſé en grain d'orge, afin qu'il coupe; & au lieu d'imprimer les chiffres par un coup de marteau, on les gravera au burin; & avec une pointe qui coupe, & qui ſoit aiguiſée comme le coin du tranchant d'un ciſeau de Menuiſier, on gravera toutes les obliques. Il eſt néceſſaire que la regle de laiton ſoit bien adoucie avant que de la diviſer, afin que l'on puiſſe diſtinguer les plus petits points. Il ne faut pas manquer d'aiguiſer de temps en temps, ſoit les ſimples pointes pour le bois, ſoit les pointes tranchantes pour le laiton. Comme l'échelle des parties égales eſt le fondement de celle des cordes, & que l'on ne peut conſtruire l'*échelle des cordes* qu'en connoiſſant celle des parties égales, nous allons expliquer comment on y trouve tous les nombres des parties que l'on ſouhaite. *Fig. 25.*

Depuis o juſqu'au chiffre 100, qui eſt la premiere perpendiculaire, il y a 100 parties; juſqu'à la ſuivante il y en a 200; à celle qui vient après 300; ainſi des autres. Chaque centaine étant diviſée en dix parties, chaque diviſion repréſente 10, ou une dixaine. Les obliques qui coupent les longues pa-

ralleles au nombre de dix, font voir toutes les unités. On voit, par exemple, qu'à l'extrémité de la perpendiculaire, où il y a 100, une oblique y touche d'un bout; mais elle n'y touche point ſur la premiere parallele: auſſi ce point où l'oblique coupe la parallele, marque une unité; par conſéquent c'eſt 101. La même oblique, en avançant, ſe trouve un peu plus écartée de la perpendiculaire, étant ſur la ſeconde parallele; c'eſt 102: ainſi des autres. Semblablement la ſeconde oblique étant confondue avec le point de la premiere dixaine, ne marque que 110; mais à la premiere parallele elle donne 111, & ainſi des autres. On met donc une boëte que l'on fixe ſur 0, la premiere perpendiculaire, & on fait couler l'autre ſur le point où l'oblique en queſtion coupe cette parallele. Par exemple, on a beſoin d'une diſtance de 246 parties: la premiere boëte étant à zéro ſur la premiere perpendiculaire, on fait couler la ſeconde après 200, où la quatrieme oblique coupe la ſixieme parallele, & là on fixe la ſeconde boëte. Le chiffre 5, tant de fois répété ſur la cinquieme parallele, ſert à compter plus facilement & plus promptement les autres paralleles. Les nombres 30, 60, 90 ſervent également à compter plus promptement les dixaines. Nous ajouterons encore deux exemples, afin que l'on ne trouve plus aucune difficulté. On veut trouver le nombre 1. il eſt au point d'interſection de la premiere oblique & de la premiere parallele, après la premiere perpendiculaire. On demande le nombre 37, on le trouvera au point où la 3^{e} oblique coupe la ſeptieme parallele, après la premiere perpendiculaire; ainſi des autres.

97. Venons préſentement à la diviſion des échelles des cordes. Comme il reſte encore trois faces ſur la regle du compas à verge, l'on pourra y tracer trois échelles des cordes, dont on comprendra dans la ſuite l'utilité, la commodité & même la néceſſité.

Les échelles des cordes ſeront de différentes longueurs, & ſerviront pour les differentes grandeurs des Cadrans que l'on aura à faire. La plus petite ſera de 2000 parties de rayon, qui font 30 pouces ſur l'échelle des parties égales. La ſeconde ſera de 3000 parties de rayon, qui font 45 pouces ſur l'échelle des parties égales; & la troiſieme ſera de 4000 parties de rayon, qui font 60 pouces ou 5 pieds ſur l'échelle des parties égales. On mettra la plus petite échelle des cordes, qui eſt celle de 2000 parties de rayon ſur la grande face de la regle du compas à verge, & les deux autres échelles des cordes ſur les deux petites faces.

On trouve à la fin de ce Traité une Table faite exprès pour les diviſions des échelles des cordes, par ce moyen on les conſtruira avec beaucoup de facilité. Suppoſons donc que l'on veuille tracer celle de 2000 parties de rayon ſur la grande face de la regle du compas à verge. On fixera la premiere boëte ſur la premiere perpendiculaire, où commence la premiere unité des parties égales, marquée 0, de façon que le bord antérieur ſoit tourné vers la longueur de la regle. La boëte ainſi fixée, tracez le long du bord de la boëte du côté oppoſé aux parties égales, une perpendiculaire : faites couler la ſeconde boëte de façon que ſon côté antérieur où eſt la pointe, ſoit tourné du côté de la premiere boëte, & fixez-la, pour le premier dégré, au nombre 34 & 9 dixiemes, que vous trouverez à la Table, & tirez une perpendiculaire le long du bord de cette ſeconde boëte du côté oppoſé à l'échelle des parties égales. Pour le ſecond dégré, vous trouverez dans la Table 69 parties & 8 dixiemes : fixez la ſeconde boëte à ce nombre ſur les parties égales, & de l'autre côté tracez une perpendiculaire le long du bord de cette ſeconde boëte. Pour le troiſieme dégré, vous trouverez dans la Table 104 & 7 dixie-

Pl. 3. mes : vous y fixerez la ſeconde boëte, & vous tirerez une perpendiculaire. Continuez ainſi de dégré en dégré juſqu'à 90 dégrés, ſi la regle eſt aſſez longue. Si elle ne l'eſt pas, il ſuffira de tracer chaque échelle juſqu'à 60 degrés ſeulement.

Toutes les perpendiculaires pour chaque degré étant tracées, & aſſez profondément gravées par une pointe bien fine, on ôtera les boëtes de la regle : on diviſera ſa largeur en 10 parties égales, comme on a fait de l'autre côté, & on tracera également les dix paralleles, ou, pour mieux dire, onze, qui font dix eſpaces égaux. Et après avoir diviſé chaque dégré en trois parties, on tirera deux obliques entre chaque dégré, & on aura une échelle des cordes diviſée de deux en deux minutes. On poſera les
Fig. 15. chiffres de 5 en 5 dégrés, comme 5, 10, 15, 20, &c.

On s'y prendra de même pour les autres échelles, que l'on tracera, comme nous l'avons dit, ſur les deux autres faces de la regle ; mais quand on ſera vers le fond ou le bout de la regle, on ôtera la ſeconde boëte, & on la tournera du côté oppoſé, de façon que ſon bord antérieur ſoit oppoſé à celui de l'autre boëte. De cette maniere on profitera de toute la longueur de la regle.

Il eſt à remarquer, par rapport aux dixiemes dont nous venons de parler, comme quand nous avons dit que la corde de deux dégrés eſt 69 & 8 dixiemes, que l'on ſuppoſe une unité diviſée en 10 parties égales ; ainſi ces 8 dixiemes ſont parties des dix qui diviſent l'unité. Si on trouve 5 dixiemes, cela veut dire la moitié d'une unité ; ſi c'eſt 9 dixiemes, c'eſt preſque l'unité entiere.

L'uſage de l'échelle des cordes eſt tel, que ſi l'on veut faire un angle de tant de dégrés, par exemple de 36°, on commencera par faire un arc dont le rayon ſoit de 1000 parties, ou 2000, ou 3000, ou 4000

parties, ſelon la grandeur du plan ſur lequel on veut faire l'angle ; ou, pour mieux dire, on fixe la premiere boëte au commencement de l'échelle dont on veut ſe ſervir, & on fixe l'autre boëte ſur le 60^{e} dégré : avec cette diſtance on trace un arc, après quoi on fait couler la ſeconde boëte ſur le 36^{e} degré, & on porte cet eſpace ſur l'arc, qui marquera le point par où doit paſſer la ligne qui fera l'angle requis. Si on veut un angle de 75 dégrés, & qu'il n'y en ait que 60 ſur l'échelle des cordes, on fera également l'arc dont le rayon ſoit de 60°, & on portera ce même eſpace de 60° ſur l'arc ; après quoi on mettra la boëte ſur 15 degrés, & on ajoutera cet eſpace de 15° ſur l'arc. Il faut obſerver que ces 15 dégrés doivent être pris toujours au commencement de l'échelle, & non ailleurs. Il en eſt de même ſi l'on vouloit faire un angle de 100 dégrés, on porteroit ſur l'arc deux fois 50° ; ainſi des autres.

Si l'on veut ſçavoir de combien de dégrés eſt un angle déjà fait, on y décrira un arc dont le centre ſoit au ſommet, & dont le rayon ſoit toujours de 60° ; & enſuite une boëte demeurant fixe au commencement de l'échelle, on fera couler l'autre juſqu'à ce que les deux pointes des boëtes conviennent ſur les points d'interſection de l'arc avec les deux côtés qui forment l'angle, & on verra ſur quel dégré on a arrêté la ſeconde boëte ; ce qui montrera la valeur de cet angle.

Les échelles des parties égales étant finies de même que celles des cordes, on noircira la gravure, afin qu'elle ſoit plus ſenſible. On pourra pour cela conſulter des ouvriers ; mais en attendant qu'on le faſſe mieux, voici comment je l'ai pratiqué. J'ai noirci en entier les quatre faces de la regle avec l'encre de la Chine ; lorſque le tout a été bien ſec, j'ai emporté peu à peu tout ce noir avec une lime médiocrement fine & neuve, en la paſſant légerement tout

de long de la regle, tenant la longueur de la lime (ſans manche), appliquée ſelon la longueur de la regle. Après avoir ainſi ôté tout le noir, j'ai frotté la regle avec de la prêle bien ſéche, pour ôter tous les petits traits de la lime. Lorſque la regle a été bien unie, je l'ai mouillée avec de l'huile graſſe de noix ou de lin, & je l'ai frottée doucement avec un linge. Je n'ai plus touché la regle juſqu'à ce que cette huile ait été bien ſéche. Cette maniere m'a aſſez bien réuſſi. On ne peut point ſe ſervir de l'encre ordinaire, parce qu'elle pénetre ſi fort qu'elle groſſit tous les traits; & d'ailleurs on ſeroit obligé de diminuer la groſſeur de la regle. On peut eſſayer de ſe ſervir de l'orcanette, qui eſt une racine. On la fait bouillir dans de l'huile : on frotte toute la regle avec cette huile, enſuite on eſſuye le tout. Cette maniere ſeroit plus facile : on dit que l'on réuſſira bien ainſi.

Ceux qui ne voudront pas ſe procurer un compas à verge, tel que nous venons de le décrire, pourront en faire faire un par le Menuiſier, comme ils ont coutume de le faire pour eux-mêmes avec les boëtes de bois, qui s'arrêteront par une clef comme leurs truſquins. Cet inſtrument ſera toujours beaucoup plus commode pour les grandes meſures que les grands compas ordinaires. En ce cas, comme une échelle de parties égales eſt abſolument néceſſaire, on en tracera une ſur une regle de 4 ou 5, ou 6 pieds de long, ſur 3 pouces de large, & 5 à 6 lignes d'épaiſſeur; cette regle ſera de noyer & bien unie. On tracera donc l'échelle des parties égales, comme nous l'avons enſeigné ci-deſſus, avec cette différence qu'il ne ſera point néceſſaire de tracer ni dixaines, ni obliques, excepté ſur la premiere centaine. Il n'y aura que les paralleles d'un bout à l'autre, & les perpendiculaires qui marqueront les centaines. Toutes les échelles des parties égales qui

Pl. 4. Fig. 26.

ſont dans tous les étuis de Mathématiques, ſe diviſent de cette maniere. On peut ſe ſervir de celles-ci pour les petits Cadrans ſolaires horiſontaux ou portatifs. Sur ces ſimples échelles on prend le nombre des parties & diſtances dont on a beſoin avec un compas ordinaire, ou ſi la diſtance eſt grande, avec un compas à verge. On peut auſſi faire des angles tels que l'on voudra par l'échelle des parties égales; mais on eſt obligé de faire un petit calcul pour chacun, ce qui n'eſt pas ſi commode, ni ſi expéditif qu'une échelle des cordes. Ceux qui ne voudront faire qu'un Cadran, pourront le tracer en ſe ſervant de la ſimple échelle des parties égales. Nous expliquerons plus particulierement, dans le Chapitre ſuivant, l'uſage des échelles des parties égales & des cordes. *Pl.* 3.

La figure 15 repréſente partie d'une échelle des cordes, dont le rayon n'eſt que de 1000 parties, leſquelles 1000 parties ſont ſuppoſées avoir 15 pouces de long. On y verra 15 paralleles, parce que les dégrés n'étant diviſés qu'en deux, il a fallu 15 paralleles pour avoir les minutes de deux en deux. *Fig.* 15.

CHAPITRE III.

Calcul dont on ſe ſervira dans ce Traité de Gnomonique.

Voici le troiſieme & dernier Chapitre préparatoire : il demande le plus d'attention ; c'eſt celui-ci à l'égard duquel il faut ſuivre plus particulierement l'avis que nous avons donné au commencement, de lire avec la plume à la main, & avoir le livre des Tables préſent. Il ne faut pas paſſer outre qu'on ne l'ait bien conçu, parce qu'il eſt le fonde-

ment de toutes les meilleures manieres de tracer les Cadrans ſolaires, qui ſont celles qui s'exécutent par le calcul. Nous le diviſerons en trois Sections : la premiere traitera de la connoiſſance des Tables des ſinus, tangentes, de leurs logarithmes & des logarithmes des nombres naturels ; dans la ſeconde nous en enſeignerons l'uſage ; & la troiſieme fera connoître l'uſage des échelles, dont nous avons donné la conſtruction dans le Chapitre précedent.

SECTION PREMIERE.

Connoiſſance des Tables des Sinus, des Tangentes, de leurs Logarithmes & des Logarithmes des nombres naturels.

ON trouve dans pluſieurs livres les Tables des ſinus, tangentes, &c. Celui qui eſt le plus commode, & qui coûte le moins, eſt le Traité de Trigonométrie rectiligne & ſphérique de M. Oſanam, *in*-8°, édition de Paris, 1741. Il y a beaucoup de fautes qu'il ne faut pas manquer de corriger avec ſoin, conformément à l'*Errata* qui y eſt joint. L'impreſſion d'ailleurs eſt belle : c'eſt donc de ces Tables & de leur arrangement dont nous entendrons parler ; car chaque Auteur les arrange ou les diſpoſe à ſa façon.

98. Pour ſçavoir ſe ſervir de ces Tables, il en faut bien remarquer la diſpoſition ; voici celle des ſinus, des tangentes & de leurs logarithmes. Chaque page à gauche contient ſix colomnes de haut en bas : dans la premiere à gauche ſont les minutes de dégré ; la ſeconde colomne contient les ſinus naturels ; la troiſieme, les tangentes naturelles ; la quatrieme, les ſécantes naturelles ; la cinquieme, les logarithmes

ſinus; & la ſixieme, les logarithmes tangentes. En tête de la même page, on trouve le dégré dont il s'agit dans cette page. Chaque page à gauche contient un demi-dégré, ou 30 minutes; de ſorte qu'il faut deux pages de ſuite à gauche pour faire un dégré entier. *Pl. 3*

Chaque page à droite eſt également compoſée de ſix colomnes, dont la premiere contient les minutes; la ſeconde, les ſinus naturels; la troiſieme, les tangentes naturelles; la quatrieme, les ſécantes naturelles; la cinquieme, les logarithmes ſinus; & la ſixieme, les logarithmes tangentes. On trouve le degré en tête de la même page.

99. Nous ne parlerons point de la théorie des ſinus & tangentes, ni des logarithmes; cela appartient à la Trigonométrie, dont nous ne traiterons point. Ceux qui ſouhaiteront connoître cette théorie, pourront la voir dans le Traité de Trigonométrie de M. Oſonam, ou de M. Déparcieux, ou de M. Rivart, &c. Nous avons ſeulement donné une légere notion des ſinus & tangentes, art. 25, 26, 27, 28, 29, 30. Nous ne prétendons qu'enſeigner à ſe ſervir des Tables toutes calculées. Nous remarquerons ſeulement que l'on dit *ſinus naturel*, *tangente naturelle*, pour les diſtinguer du *logarithme ſinus*, du *logarithme tangente*. Quand nous dirons ſimplement *ſinus* ou *tangente*, il faudra toujours entendre *ſinus naturel*, ou *tangente naturelle*: mais lorſqu'il s'agira des logarithmes ſinus ou logarithmes tangentes, nous dirons toujours *log. ſinus*, ou *log. tangente*, ou quelquefois *ſinus log.* ou *tangente log.* On appelle auſſi le *log. ſinus*, *ſinus artificiel*, ou *tangente artificielle*.

100. Nous avons expliqué ce que c'eſt que *complément*, & ce que c'eſt que *ſupplément*, art. 23 & 24. Nous ajouterons ici un exemple pour le faire mieux entendre, afin qu'on ne confonde jamais ces

deux termes. Le *complément* de 22° 18′ eſt 67° 42′, parce que 67° 42′ eſt préciſément ce qui manque à 22° 18′ pour faire 90°; ou ce ſera la même choſe de dire que 22° 18′, ajoutez à 67° 42′, font la ſomme de 90°.

Le *ſupplément* eſt ce qui manque ou ce qu'il faut ajouter pour faire 180°; ainſi le *ſupplément* de 55° 14′ eſt 124° 46′; car 55° 14′ étant ajoutés à 120° 46′ font 180°. De même 55° 14′ font le *ſupplément* 124° 46′.

101. Chaque page à droite contient donc le *complément* des dégrés & minutes de la page à gauche, & réciproquement chaque page à gauche contient le *complément* des degrés & minutes de la page à droite; ce qui ſe trouve toujours vis-à-vis. Par exemple, dans la page à gauche on voit en tête 22°, dans la premiere colomne on trouvera 18′, on voit ſon ſinus dans la ſeconde colomne; ſa tangente dans la troiſieme; ſa ſécante dans la quatrieme; ſon log. ſinus dans la cinquieme, & ſon log. tangente dans la ſixieme; le tout eſt dans la même ligne & vis-à-vis. Dans la page ſuivante à droite, on trouve en tête 67°, qui eſt le complément de 22° en y ajoutant les 42′, enſemble les 18′ qui ſont vis-à-vis à la page à gauche; de ſorte que les 22° 18′, & 67° 42′ minutes ne ſont qu'une même ligne, quoique dans deux pages différentes. Il faut ajouter auſſi que dans la page à droite où eſt en tête 67°, on trouve vis-à-vis les 42′ qui ſont à la premiere colomne, ſon ſinus, ſa tangente, ſa ſécante, ſon log. ſinus, ſon log. tangente aux colomnes 2, 3, 4, 5 & 6, comme à la page à gauche.

102. A la derniere page à gauche, qui a en tête 44 degrés, finit le 44^{e} degré, là où il y a 60 minutes: ce qui fait le commencement du 45^{e} dégré. Le fond de la page à droite commence le 45^{e} dégré, & le continue en montant, & par conſéquent en

rétrogradant. Cet ordre rétrograde eſt néceſſaire pour que les dégrés & minutes ſe trouvent toujours vis-à-vis leurs complémens.

103. Il ſuit de ce que nous venons de dire, que lorſqu'on voudra trouver quelque dégré & minute au deſſous de 45°, on les cherchera toujours dans les pages à gauche; & lorſqu'on voudra trouver quelque dégré & minute au deſſus de 45°, on les cherchera toujours dans les pages à droite; obſervant que l'ordre des pages à gauche eſt en allant de haut en bas, & du commencement du livre vers la fin, & que les pages à droite ont leur ordre tout contraire; elles vont de bas en haut, & de la fin du livre vers le commencement. Par exemple, il faut trouver le ſinus logarithme de 33° 45′; cherchez aux pages à gauche où vous verrez 33° en tête; cherchez enſuite à la premiere colomne la 45ᵉ minute. Vous trouverez vis-à-vis la 45ᵉ minute dans la cinquieme colomne, qui eſt celle des log. ſinus, ce nombre-ci 97447390.

Les deux derniers chiffres de tous les logarithmes ne ſont pas néceſſaires pour la Gnomonique, c'eſt pourquoi nous les retrancherons toujours; mais il faut ajouter une unité au dernier de ceux qui reſtent, ſi les deux, que l'on retranche, valent plus que 50, comme dans l'exemple préſent; car 90 que nous retranchons valent plus que 50: ainſi nous dirons 974474, & non 974473.

Autre exemple: on veut trouver le ſinus de 12°, cherchez aux pages à gauche celle où vous verrez en tête 12°, & à la premiere ligne de la ſeconde colomne vous trouverez le ſinus de 12°, qui eſt 2079117, d'où l'on retranchera également; (car c'eſt une regle générale que nous ſuivrons toujours), d'où l'on retranchera, dis-je, les deux derniers chiffres: & comme 17, qui ſont les chiffres retranchés, valent moins que 50, on n'ajoutera aucune unité à ceux qui reſtent.

Autre exemple: on veut trouver le log. tangente de 45°, on cherchera aux pages à droite celle où il y

a 45° en tête, & on trouvera à la derniere ligne au bas de la page, ce nombre-ci 1000000, dont nous avons retranché les deux derniers chiffres, à la ſixieme colomne. On trouvera la même choſe à la derniere ligne de la page à gauche à la ſixieme colomne, parce que 45° eſt le complément de 45°. Ces deux nombres de degrés ajoutés enſemble font 90°.

104. Remarquez que les tangentes de complément, c'eſt-à-dire, depuis 45° & au deſſus, ont un chiffre de plus que celles qui ſont au deſſous de 45°. Cette remarque a lieu autant pour les tangentes naturelles, que pour les log. tangentes; par conſéquent, lorſqu'on a beſoin de les additionner enſemble avec quelqu'autre nombre, il faut les avancer d'un chiffre. Par exemple on veut additionner les log. ſinus de 9° 34′, qui eſt 992062 avec le log. tangente de 45° 25′, qui eſt 10021149, l'on voit que le premier chiffre du log. tangente de 46° 25′ eſt avancé d'un chiffre.

105. Remarquez encore que toutes les fois qu'il ſera parlé du ſinus total naturel, il faut toujours entendre l'unité avec cinq zéros, qui eſt 100000. (Nous avons retranché les deux derniers zéro): mais le log. ſinus total eſt toujours l'unité avec ſix zéro; ainſi 1000000, ayant également retranché deux zéro. Il faudra toujours avancer d'un chiffre le ſinus total, lorſqu'on voudra l'additionner ou le ſouſtraire de quelque autre nombre qui ſera moindre; ainſi il eſt dans la même regle que les tangentes de complément, dont nous avons déjà parlé dans l'article précédent.

106. Souvenez-vous toujours que lorſque l'on voudra trouver le ſinus ou la tangente, ou le logarithme de quelque dégré qui ſurpaſſe 90, on prendra ſon ſupplément, c'eſt-à-dire, qu'on ſouſtraira ce nombre de 180°, & on prendra le reſte. Par exemple, il faut prendre le log. ſinus des 92° 16′, on le ſouſ-

traira de 180°, reſte 87° 44′, dont le ſinus log. eſt 999966, que l'on trouvera à une page à droite, où il y a en tête 87°; & vis-à-vis de 44′ on trouvera le nombre ci-deſſus à la cinquieme colomne.

Cette regle eſt fondée ſur ce principe, que *le ſinus d'un nombre eſt toujours égal au ſinus de ſon ſupplément.*

SECTION II.

Uſage des Tables des Sinus, des Tangentes, de leurs Logarithmes, & des Logarithmes des nombres naturels.

107. Les *logarithmes* ſont des nombres d'une invention admirable, que le ſçavant *Neper*, Gentilhomme Ecoſſois, inventa vers le commencement du ſiecle paſſé; ils abrégent les calculs d'une façon ſurprenante, & les rendent ſi faciles que tout le monde en devient capable. L'on fait dans moins d'une heure, par leurs ſecours, ce que l'on feroit à peine dans un jour avec un travail bien pénible, en ne les employant pas. Sans les logarithmes, on ſeroit obligé de faire de grandes & longues multiplications, ſuivies de diviſions d'une grande étendue. Ces regles d'arithmétique compoſées d'une ſi grande quantité de chiffres, ſont extrêmement ſujettes à erreur. Toutes les regles par les logarithmes, deviennent très-courtes, fort ſimples & faciles, par conſéquent beaucoup moins ſujettes à l'erreur. Nous nous ſervirons toujours des logarithmes, pour profiter des avantages qu'ils nous préſentent.

108. Dans la Gnomonique on fait un uſage bien fréquent de la regle de trois, que l'on appelle auſſi *regle de proportion*, ou ſimplement *proportion*, &

plus ordinairement *analogie*. C'eſt le terme dont nous nous ſervirons.

L'*analogie* eſt une regle d'arithmétique, qui conſiſte en *quatre termes* ou *quantités*, dont les trois premiers ſont toujours connus; & par le moyen de ces *trois termes* connus, on parvient à connoître le *quatrieme*. Par exemple, 25 eſt à 30, comme 15 eſt au *quatrieme terme* que l'on cherche. La méthode ordinaire de réſoudre une *analogie* eſt de multiplier le *ſecond terme* par le *troiſieme*, & diviſer le produit par le *premier terme*, le quotient donne le *quatrieme terme*. Ainſi pour faire cette *analogie*, ſans ſe ſervir des logarithmes, il faut multiplier le *ſecond terme*, qui eſt 30, par 15, qui eſt le *troiſieme terme*, 15.

30.
450.

La multiplication étant faite, le produit eſt 450, qu'il faut diviſer par 25, qui eſt le *premier terme*,

4
2ϕ
45ϕ | 18
25ϕ
2

La diviſion faite, le nombre 18 ſe trouve au quotient; c'eſt donc le nombre 18 qui eſt le *quatrieme terme* cherché.

109. Faiſons préſentement la même analogie par les logarithmes. Nous avons vû précédemment que les ſinus & les tangentes ont leurs logarithmes tout faits dans les Tables des ſinus & des tangentes. Outre ces logarithmes, il y a dans le même livre une autre Table particuliere des logarithmes pour les *nombres naturels* 1, 2, 3, 4, 5, 6, &c. juſqu'à 10000. Cette Table eſt à la ſuite de celle des ſinus & tangentes;

elle est composée de six colomnes à chaque page, ou, pour mieux dire, il n'y a que trois colomnes doubles, ou trois paires de colomnes. La premiere de chaque paire contient les nombres naturels, & la seconde de chaque paire contient leurs logarithmes; ainsi on trouvera vis-à-vis chaque nombre naturel sur la même ligne & de suite son logarithme. L'ordre ou l'arrangement va de suite à l'ordinaire, de façon que lorsqu'on est au fond d'une paire de colomnes, on va au haut de la paire des colomnes suivantes; ainsi de suite jusqu'à la fin. Ceci présupposé, nous reviendrons au calcul de la même analogie que l'on expose ainsi, 25 : 30 :: 15 : 4^{e} terme cherché; cela veut dire, 25 est à 30, comme 15 est au 4^{e} terme cherché.

Cherchez le logarithme du second terme 30, que vous trouverez être 147712; cherchez ensuite le logarithme de 15, que vous trouverez être 117609; additionnez l'un avec l'autre ainsi 147712

Somme . . 265321,

de laquelle il faut soustraire le logarithme du premier terme 25, son logarithme est 139794; ainsi il faut reprendre la somme précédente . . . 265321

log. du premier terme 139794

Reste . . 125527,

qui est le logarithme du 4^{e} terme cherché. Il faut donc chercher dans la même Table ce logarithme, & vous trouverez qu'il est vis-à-vis le nombre naturel 18.

110. Les logarithmes ont la propriété de convertir la *multiplication* en *addition*, & la *division* en *soustraction*, comme nous venons de le pratiquer dans l'analogie de l'article précédent, en nous servant des logarithmes. Ils ont encore d'autres propriétés, toujours pour abréger les calculs. Nous répéterons donc que pour multiplier un nombre par

un autre par les logarithmes, on prend les logarithmes de deux nombres; on les additionne, comme nous venons de faire; la ſomme eſt le logarithme du produit. Par exemple, on veut multiplier 67 par 26, il faut chercher le logarithme de 67, qui eſt

182607.

Il faut encore chercher le logarithme de 26, qui eſt

141497.

Ajoutez enſemble ces logarithmes, & vous aurez

324104. Lequel nombre cherché dans les Tables des logarithmes ſe rencontrera vis-à-vis le nombre 1742, qui eſt le produit de 67 multiplié par 26.

Si on veut diviſer un nombre par un autre, & en trouver le *quotient* par les logarithmes, il faut ſouſtraire le logarithme du *diviſeur* du logarithme de la ſomme à diviſer, le reſte ſera le logarithme du quotient. Par exemple, on veut diviſer 7488 par 48, le logarithme de 7488 eſt 387437, de laquelle ſomme il faut ſouſtraire le logarithme de 48, qui eſt 168124, ainſi

387437
168124

Reſte 219313, qui eſt le logarithme du quotient. Il faut donc chercher ce logarithme, & on le trouvera vis-à-vis 156, qui eſt le quotient cherché.

Si l'on veut trouver la *racine quarrée* d'un nombre, il faut chercher ſon logarithme, en prendre la moitié, qui ſera le logarithme de la racine quarrée. Par exemple, on veut trouver la racine quarrée de 4489, il faut chercher ſon logarithme, qui eſt 365215, dont la moitié eſt . . . . . 182607, que l'on trouvera dans la Table répondre au nombre 67, qui eſt la racine quarrée cherchée.

Si l'on veut trouver la *racine cubique* d'un nombre, il faut chercher ſon logarithme, en prendre le tiers, qui

qui sera le logarithme de la racine cubique. Exemple, on veut avoir la racine cubique de 5832, son logarithme sera 376582, dont le tiers est 125527, qui est le logarithme de 18. Ce nombre 18 est donc la racine cubique du nombre 5832.

Pour élever un nombre à son *quarré*, il faut prendre le double de son logarithme; ce sera le logarithme de son quarré. Pour trouver le *cube* d'un nombre, il faut tripler son logarithme; ce sera le logarithme du cube cherché.

111. Si on ne trouve point dans la Table le logarithme juste, comme le calcul le donne, on prendra toujours le plus approchant. Cette regle regarde non seulement les logarithmes des nombres naturels, mais encore ceux des sinus & des tangentes.

112. Faisons voir présentement l'usage des Tables des sinus & des tangentes, en se servant toujours des logarithmes. C'est pour résoudre des analogies, lesquelles on trouvera toujours toutes dressées ou exposées. En voici un exemple,

Le sinus total
est à la tangente de l'angle C,
comme le côté BC
est au côté AB,

Pl. 1. *Fig.* 3. *Fig.* 4.

Il s'agit ici de trouver le côté AB d'un triangle quelconque, dont on connoît un angle C & un côté BC, de même que l'angle droit.

Il faut remarquer que dans cette analogie il y a quatre termes, comme dans toutes les autres, dont les trois premiers termes sont connus. Le premier terme, qui est le sinus total, est connu, puisque c'est toujours l'unité avec six zéro, ainsi 1000000. Nous supposons que l'angle C est aussi connu, le supposant de 56° 12′, c'est le second terme. Nous

ſuppoſons auſſi que le côté BC a été meſuré, & qu'on l'a trouvé de 456 parties de l'échelle des parties égales, & c'eſt le troiſieme terme de l'analogie : il faut donc trouver le quatrieme terme, qui eſt la longueur de AB, que nous ne connoiſſons point. Pour cela, nous additionnerons les logarithmes des deux *termes moyens ;* nous ſouſtrairons de leur ſomme le logarithme du premier terme, le reſte ſera le logarithme du 4^{e} terme.

2^{e} terme. log. tangente de 56° 12′ . . 1017429.
3^{e} terme. log. de 456 parties . . . . 265896.

Somme . . . 1283325.

de laquelle ſomme il faut ſouſtraire le logarithme ſinus total. . . . 1283325.
ſinus total. . . . 1000000.

Reſte. . . . 283325, qui eſt le logarithme du 4^{e} terme. Comme le quatrieme terme de l'analogie ne fait point mention d'aucun angle, mais ſeulement de la longueur d'un côté d'un triangle, il ne faut pas chercher ce logarithme du 4^{e} terme dans la Table des ſinus & des tangentes, parce qu'il n'y eſt jamais queſtion que des angles de tant de degrés. Reſte donc qu'il faut chercher dans la Table des logarithmes des nombres naturels, à quel nombre ſe rapporte ce logarithme 283325. Je le trouve vis-à-vis du nombre 681. Le côté A du triangle en queſtion ſera donc de 681 parties égales de l'échelle ; c'eſt donc le quatrieme terme cherché.

Remarquez que ce nombre 283325 ne ſe trouve pas juſte dans la Table, car il y a 283315 ; mais comme c'eſt le plus approchant, il faut s'y arrêter. (111).

AUTRE ANALOGIE.

Comme le côté AB
est au côté BC,
ainsi le sinus total
est à la tangente de l'angle A.

Pl. 1. *Fig.* 3. *Fig.* 4.

Nous supposons toujours les trois premiers termes connus. Le côté AB, premier terme, aura 668 parties. Le côté AB, second terme, aura 476 parties.

2^e terme. log. de 476. . . . . 267761.
3^e terme. log. sinus total. . . . . 1000000.

Somme. . . 1267761.

de laquelle il faut soustraire le logarithme de 668, premier terme, qui est 282478.

1267761.
282478.

Reste . . 985283.

qu'il faut chercher aux log. tang. parce que le quatrieme terme de l'analogie énonce une tangente: je trouve que ce logarithme tangente répond à 35° 28′, c'est donc le quatrieme terme cherché; de sorte que l'angle A est de 35° 28′. Remarquez que ce nombre logarithmique 985283 n'est pas tout-à-fait conforme au logarithme tangente de 35° 28′; mais c'est le plus approchant.

113. Observez que dans chaque analogie que l'on résout, les quatre termes sont ou tous des sinus, ou des sinus & des tangentes, ou des sinus, tangentes, & quelque longueur, distance, ou quelque nombre. Par exemple, dans la premiere analogie de l'article précédent, le premier terme est un sinus, le second est une tangente, le troisieme est une longueur ou distance, & le quatrieme est aussi une longueur ou

diſtance. Dans la ſeconde analogie du même article précédent, le premier terme eſt une longueur ou diſtance; le ſecond terme eſt une autre longueur; le troiſieme eſt un ſinus, & le quatrieme eſt une tangente. Lorſqu'il s'agira des ſinus ou tangentes, on cherchera dans la Table des ſinus & tangentes; mais pour les longueurs, diſtances ou ſimples nombres, on cherchera dans la Table des logarithmes des nombres naturels; c'eſt pourquoi on fera toujours une grande attention à l'énoncé des quatre termes de l'analogie.

SECTION III.

Uſage des Echelles des parties égales, & des Cordes.

114. Nous avons dit à la fin de l'art. 97. que l'on peut ſe ſervir de l'échelle des parties égales pour faire des angles tels que l'on voudra, & voici comment. Il faut ſçavoir que *la corde d'un arc ou d'un angle eſt double du ſinus de la moitié de cet arc ou de cet angle;* c'eſt ſur ce principe que l'on trouvera les cordes de tous les angles. Lors donc que l'on voudra ſçavoir de combien de parties eſt compoſée la corde d'un angle, il faut prendre la moitié de cet angle, chercher le ſinus *naturel* de cette moitié, & doubler ce ſinus, la ſomme ſera la corde de l'angle requis. Exemple, je veux avoir la corde de l'angle de 30°, je prends la moitié de 30, qui eſt 15°; je cherche le ſinus naturel de 15°, qui eſt 25882, (retranchant les deux derniers chiffres;) je double ce ſinus 25882, ce qui me donne 51764, & j'ai alors la corde de 30°: mais ſi au lieu de l'angle de 30° j'ai beſoin d'en faire un d'un nombre

impair, comme de 30° 5′, je prends la moitié de cet angle, qui eſt 15° 2′ & demie. Je cherche le ſinus naturel de 15° 2′, qui eſt 25938 que j'écris à part; je cherche enſuite le ſinus naturel ſuivant de 15° 3′, qui eſt 25966; je ſouſtrais l'un de l'autre: reſtera 28, dont je prends la moitié 14, que j'ajoute au ſinus naturel de 15° 2′, qui eſt 25938.

14.

Somme. . . 25952.

qui fait le ſinus naturel de 15° 2′ & demie ou 30 ſecondes. Je double cette ſomme, qui fera 51904, ce ſera la corde de 30° 5′.

115. Il y a ici une obſervation à faire. Les ſinus, tels qu'ils ſont dans les Tables, ſont calculés pour un rayon ou ſinus total de dix millions de parties, ou 10000000 parties; & comme les échelles dont on ſe ſert ne peuvent faire le rayon que de 1000 parties ou 2000, ou 3000, ou 4000 parties, il s'enſuit qu'il faut retrancher autant de chiffres aux ſinus dont on ſe ſert pour l'échelle, qu'il y en a de plus au ſinus total des Tables. On voit que le ſinus total des Tables eſt de 10000000. Le ſinus total, tel qu'on peut l'avoir ſur l'échelle, n'eſt que de 1000, ou 2, ou 3, ou 4000. Par conſéquent il y a au ſinus total des Tables quatre zero de plus qu'au ſinus de l'échelle, puiſqu'il n'y en a que trois à celui-ci; il faut donc retrancher autant de chiffres au ſinus trouvé dans la Table, qu'il y en a de plus à ſon ſinus total, qu'au ſinus total de l'échelle: c'eſt donc quatre chiffres qu'il faut retrancher. C'eſt à quoi l'on ne manquera jamais, lorſqu'il s'agira de faire un angle par les ſinus. Ainſi, dans l'exemple précédent, nous avons trouvé la corde pour 30 degrés de 51764, nous n'avons retranché que deux chiffres; il faut en retrancher encore deux autres, & il reſtera 517 ou plutôt 518, parce que 64 valent plus que 50.

116. Pour ne pas retrancher ces quatre chiffres en deux fois, comme nous venons de le faire, il ſera mieux dans la pratique de prendre tous les chiffres tels qu'on les trouve dans la Table, les doubler, & retrancher de la ſomme les quatre chiffres qu'il y a de trop. Ainſi, en nous ſervant du même exemple, on trouve le ſinus de 15° de 2588190, dont le double eſt 5176380, & retranchant les quatre derniers chiffres, & ajoutant une unité à ceux qui reſtent, nous aurons, comme auparavant, 518 qui ſera la corde de l'angle cherché. Les Tables des cordes, pour conſtruire l'échelle des cordes, ont été calculées ſur ce principe. Si les parties de l'échelle des parties égales étoient plus petites, & qu'au lieu de faire le rayon ou ſinus total de 1000, ou 2, ou 3, ou 4000 parties, on le faiſoit de 10000 parties, on ne retrancheroit des ſinus de la Table que trois chiffres, parce qu'il n'y auroit que trois zero de plus au ſinus total de la Table. Il faut dire de même ſi le ſinus total de l'échelle étoit de 100000, dans ce cas il ne faudroit retrancher que deux chiffres.

117. Nous venons de dire que, pour avoir la corde d'un angle, il faut doubler le ſinus de la moitié de cet angle, & ce ſera la corde de l'angle cherché; cela eſt bon lorſque le ſinus total ou rayon dont on ſe ſert, n'eſt que de 1000; mais ſi l'on employe un rayon de 2000, il faut quadrupler, c'eſt-à-dire, multiplier par quatre le ſinus trouvé dans la Table; le produit donne la corde cherchée, en retranchant toujours les quatre derniers chiffres. Si on ſe ſert d'un rayon de 3000 parties, il faut multiplier le ſinus de la Table par 6. Si le rayon dont on ſe ſert eſt de 4000, il faut multiplier par 8 le ſinus de la Table, & retrancher toujours à l'ordinaire les quatre derniers chiffres, & ajouter une unité au dernier de ceux qui reſtent, ſuppoſé que les deux premiers, de ceux qui ſont retranchés, valent plus

de 50. Exemple : on veut trouver la corde de l'angle de 54°; je prends la moitié de 54, qui eſt 27; je cherche le ſinus naturel de 27°, qui eſt 4539905. Si le rayon dont je dois me ſervir eſt de 4000 parties, je multiplie par 8, ce nombre trouvé 4539905

8

Somme 36319240

dont il faut retrancher les quatre derniers chiffres; & comme les deux premiers de ceux qui ſont retranchés valent plus de 50, (car 92 eſt plus grand que 50) j'ajoute une unité au dernier de ceux qui reſtent, ainſi 3632 ſera la corde de l'angle de 54 dégrés, lorſque le rayon dont je dois me ſervir ſera de 4000 parties.

118. Pour mettre en pratique les régles précédentes, nous donnerons un exemple. On veut faire un angle de 54°, on prendra avec le compas à verge la diſtance de 4000 parties (en ſuppoſant que *Pl.* 1. l'on ſe ſerve de ce rayon); on portera une pointe du compas ſur le point D, qui ſera le ſommet de *Fig.* 14. l'angle; on décrira avec l'autre pointe l'arc indéfini FG. après quoi on prendra la diſtance de la corde trouvée 3632 parties, que l'on portera de F à G, & on marquera un point G ſur l'arc. Si l'on mene une ligne depuis le ſommet D, & qui paſſe ſur le point G, on aura l'angle requis de 54°.

Si l'on veut faire un angle de 26°, on cherchera le ſinus de 13°, qui eſt 2249511. Et ſi l'on veut ſe ſervir du rayon de 1000 parties ſeulement, il faut doubler ce ſinus, qui ſera 4499022; je retranche les quatre derniers chiffres, & j'ajoute une unité au dernier de ceux qui reſtent, parce que 90, qui ſont les deux premiers de ceux qui ſont retranchés, valent plus que 50; ainſi j'aurai 450, qui ſera la corde de l'angle de 26°. Ayant donc porté le rayon de 1000 parties ſur DF, & ayant décrit avec cette ou-

Pl. 1. *Fig.* 14. verture du compas à verge l'arc EG, je prends enſuite ſur le même compas à verge la diſtance de 450 parties, je la porte ſur FG, & je marque le point G, & enſuite je tire la ligne DG, & j'aurai l'angle requis FDG de 26°; on fera de même pour les autres angles, ſoit que l'on ſe ſerve du rayon de 1000 parties, en doublant le ſinus de la moitié de l'angle; ſoit que l'on ſe ſerve du rayon de 2000 parties, en multipliant par quatre le ſinus; ſoit que l'on ſe ſerve du rayon de 3000 parties, en multipliant par 6; ſoit que l'on ſe ſerve du rayon de 4000 parties, en multipliant le ſinus par 8; on fera toujours l'angle requis.

119. Il eſt à propos pour les grands Cadrans ſolaires, comme de 8 ou 10, ou 12 pieds de haut, de ſe ſervir d'un grand rayon pour tracer les angles horaires. C'eſt pour leur conſtruction qu'il faut prendre un rayon de 4000 parties: mais ſi le Cadran n'avoit que deux ou trois pieds, un rayon de 1000 parties ſuffiroit. En général le plus grand rayon eſt toujours le mieux; on le fera auſſi grand que le plan pourra le permettre.

120. Pour trouver, par l'échelle des parties égales, de combien de degrés eſt un angle déjà fait, il faut prendre, avec le compas à verge, la diſtance de 1000 parties, & poſant une pointe ſur le ſommet D de l'angle, on décrira avec ce rayon de 1000 parties, l'arc FG; enſuite on approchera ou on éloignera une des pointes, qui eſt la ſeconde, juſqu'à ce qu'elles ſoient à la diſtance des points FG, où l'arc a coupé les deux côtés de l'angle. Je ſuppoſe que le compas à verge ſe trouve ſur 790 parties, on en prendra la moitié 395; on cherchera dans la Table des ſinus naturels à quel ſinus ſe rapporte ce nombre, on trouvera qu'il eſt vis-à-vis de 23° 16′, on doublera ces 23° 16′, ce qui fera 46° 32′, qui eſt l'angle cherché. Nous donnerons dans la

ſuite une autre méthode de trouver la valeur d'un angle.

121. Nous avons dit dans les articles précédens, comment il faut ſe ſervir des Tables des ſinus pour faire des angles: pour aller au devant de toutes les difficultés que l'on pourroit trouver dans cette Pratique, nous ferons remarquer que dans ces Tables le nombre des chiffres n'étant pas par-tout égal, les Commençans pourroient s'y trouver embarraſſés; car effectivement dans les ſinus des trois premieres minutes, il n'y a que quatre chiffres; depuis 4 minutes juſqu'à 35, il y a cinq chiffres; depuis 35 minutes juſqu'à 5 degrés 45 minutes, il y en a ſix; & depuis 5 degrés 45 minutes juſqu'à la fin, il y en a ſept.

La regle que nous avons donnée de retrancher toujours les quatre derniers chiffres des ſinus naturels, lorſqu'il eſt queſtion de faire un angle, ou de le trouver étant fait, eſt générale, & ne ſouffre aucune exception. Il faut toujours s'en tenir là, qu'il y ait 7, ou 6, ou 5, ou 4 chiffres, & toujours en retrancher les quatre derniers. Mais auſſi nous avons dit qu'il faut doubler le ſinus de la moitié de l'angle en queſtion, & ajouter une unité, ſi les deux premiers de ceux qui reſtent valent plus de 50. Par exemple, on veut faire un angle de deux minutes, j'en prends la moitié, qui eſt une minute, je cherche ſon ſinus, qui eſt 2909, que je double, ce qui fera 5818. Il faut donc retrancher ces quatre chiffres; mais comme 58, qui ſont les deux premiers des chiffres retranchés, valent plus que 50; je conclus que la corde de deux minutes eſt un, c'eſt-à-dire, un peu plus que la moitié d'une unité; car 50 eſt la moitié d'une unité.

Si l'on veut faire un angle de 18 minutes, on en prendra la moitié, qui eſt 9 minutes, dont le ſinus eſt 26180, dont le double eſt 52360, en retranchant

les quatre derniers chiffres, il ne reſte que 5, qui eſt la corde de 18 minutes, ou plutôt 5 & un quart, parce que 23, qui ſont les premiers de ceux qui reſtent, valent à peu près le quart d'une unité; car 100 eſt ici regardé comme l'unité.

122. Mais lorſqu'il s'agit de trouver la valeur d'un angle déjà fait, il eſt facile de ſe tromper, à cauſe de la différence du nombre des chiffres des ſinus. Quand on voudra ſçavoir à quel dégré répond un ſinus, il le faudra chercher en quelque part où il en reſte toujours quatre de plus. Par exemple, on veut ſçavoir à quel ſinus ou à quel dégré répond ce ſinus 395, on le trouvera en deux endroits, ſçavoir, à 2 dégrés 16 minutes; mais comme il ne reſte que trois chiffres, ce ne peut pas être celui du dégré qu'il faut prendre, il faut donc le chercher ailleurs, & on le trouvera à 23° 16′, où l'on verra qu'il reſte quatre chiffres après le nombre 365, & ainſi des autres. Comme nous aurons ſouvent occaſion de faire des angles, nous ſerons obligés d'en donner un nombre d'exemples, ce qui en rendra la pratique familiere & toujours plus facile. Pour ce qui eſt de l'uſage des échelles des cordes, nous l'avons ſuffiſamment expliqué vers le milieu de l'Art. 97. Il eſt ſi ſimple, qu'il n'eſt pas néceſſaire d'en parler davantage.

CHAPITRE IV.

Cadran horiſontal.

Nous commençons par le Cadran horiſontal, parce que c'eſt le plus facile de tous, & qu'il eſt d'un uſage plus commun & plus ordinaire. Celui-ci bien entendu & bien compris, donnera plus

de facilité à conſtruire les autres. On appelle *Cadran horiſontal*, celui qui eſt tracé ſur un plan parallele à l'horiſon ou de niveau. Nous donnerons deux manieres de le décrire; l'une géométrique, c'eſt-à-dire, par la regle & le compas, & l'autre par le calcul: c'eſt ce qui fera le ſujet des trois Sections qui diviſeront ce Chapitre. Dans la premiere nous enſeignerons à tracer le Cadran horiſontal par la Géométrie; dans le ſecond, par le calcul; & nous verrons dans la troiſieme comment il faut placer l'axe & orienter le Cadran.

SECTION PREMIERE.

Maniere géométrique de tracer le Cadran horiſontal. *Pl. 6.*

123. SUR le plan où vous voulez tracer le Cadran horiſontal, choiſiſſez un point comme A, ſur lequel faites paſſer la ligne CD; aux côtés, & à égale diſtance du point A, élevez les deux perpendiculaires EB & XZ, diſtantes entr'elles de toute l'épaiſſeur que vous voulez donner à l'axe, ſçavoir, une ligne, ou 2, ou 3, ou 4, ou 5, ou 6 lignes, &c. comme il vous plaira, ſelon l'épaiſſeur de l'axe. Ces deux lignes enſemble EB & XZ ſont deſtinées à marquer Midi ou 12 heures, par l'ombre de l'épaiſſeur de l'axe qui remplira l'eſpace entre ces deux lignes. L'autre ligne CD ſont les lignes horaires de 6 heures du ſoir & de 6 heures du matin, & XE ſont les deux centres du Cadran. *Fig.* 27.

La raiſon pour laquelle nous faiſons le Cadran à deux centres, eſt afin que l'axe puiſſe avoir une épaiſſeur aſſez conſiderable pour ſe maintenir & durer longtems. Si on ne fait qu'un ſeul centre avec une ſeule

Pl. 6. Fig. 27. ligne Méridienne, ou de 12 heures, comme à l'ordinaire, on ſera obligé d'employer un axe extrêmement mince qui ne ſçauroit ſe ſoutenir. Si on le faiſoit ſeulement d'une ligne d'épaiſſeur, ce qui ne ſeroit pas une épaiſſeur ſuffiſante, s'il étoit un peu grand, il ne marqueroit pas Midi avec préciſion, parce que ſon ombre ſeroit beaucoup plus large que la ligne de 12 heures; ainſi il eſt mieux de faire le Cadran à deux centres. Par ce moyen on peut faire l'axe auſſi ſolide que l'on veut, & proportionner ſon épaiſſeur à ſa grandeur.

Du point E, qui eſt un des centres du Cadran, tirez la ligne EF, qui faſſe l'angle BEF égal à l'élévation du pôle du lieu où l'on doit poſer le Cadran. On pourra faire cet angle par le moyen d'un demi-cercle, ou d'un compas de proportion. La ligne EF repréſente l'axe du Monde, auquel l'axe du Cadran doit être parfaitement parallele. Sur cette ligne EF choiſiſſez un point comme G, plus près ou plus éloigné du centre E du Cadran, ſelon que la figure ou le plan doit être grand ou petit; car le Cadran ſe trouvera toujours également juſte, quelque part où vous poſiez ce point G: mais ſi, par exemple, vous le poſiez trop éloigné du centre E, vous n'auriez pas aſſez de place pour finir le Cadran.

De ce point G vous tirerez la ligne GH perpendiculaire à EF. Cette ligne, qui doit rencontrer la Méridienne EB au point H, s'appelle le *rayon de l'Equateur*. Menez la ligne LK parallele à CD, qui paſſe par le point H, où le rayon de l'Equateur a rencontré la Méridienne. Cette ligne LK ſera l'*Equinoxiale*. Prenez avec un compas la longueur du rayon HG de l'Equateur, & portez-la de H en B ſur la Méridienne EB, le point B ſera le *centre diviſeur* de l'équinoxiale LK. Au point B élevez la perpendiculaire BP, ou parallele à l'Equinoxiale LK; & enſuite du point B, comme centre, & de l'ouverture du

compas qu'il vous plaira, décrivez le quart de cercle PH. Diviſez exactement ce quart de cercle PH en ſix parties égales, ſi vous ne voulez que les heures à votre Cadran, ou en 12 parties égales, ſi vous y voulez les demi-heures, ou en 24, ſi vous y voulez les quarts. *Pl. 6. Fig. 27.*

Faites bien attention à cette diviſion ſur le quart de cercle, ſi peu qu'il y ait d'erreur dans cette diviſion, cette erreur groſſira très-conſiderablement dans l'opération ſuivante. Pour faire ces diviſions avec plus de facilité & de juſteſſe, prenez vous-y ainſi; quand vous aurez décrit le quart de cercle HP, ſervez-vous de cette même ouverture de compas, & portez-la depuis le point H, où le quart de cercle a coupé la Méridienne vers P ſur le quart de cercle; ce qui fera un arc de 60 dégrés, dont la corde eſt égale au rayon. Après avoir diviſé cet arc en quatre parties égales, qui ſeront quatre arcs de 15 dégrés chacun, vous porterez ou ajouterez au-delà une de ces quatre diviſions. Vous aurez pour lors cinq arcs de 15 dégrés chacun. Les diviſions étant faites, tirez des lignes ponctuées du centre diviſeur B, qui paſſent ſur les points de diviſion du quart de cercle HP, & qui ſoient prolongées juſqu'à l'Equinoxiale LK, ſur laquelle vous aurez les points horaires 11, 10, 9, 8, &c. tirez enſuite des lignes du centre E du Cadran qui paſſent ſur les points horaires 11, 10, 9, 8, &c. qui ſe trouvent marqués ſur l'Equinoxiale, & vous aurez les lignes horaires; ſi vous voulez avoir les demi-heures, diviſez en deux parties égales chaque arc du quart de cercle HP; ſi vous voulez avoir les quarts, diviſez-les en quatre parties égales, & par ces points tirez des lignes ponctuées depuis B juſqu'à l'Equinoxiale LK, pour y marquer ces points horaires, ſur leſquels vous ferez paſſer ces lignes horaires du centre E du Cadran. Les lignes horaires des demi-heures doivent être

Pl. 6. Fig. 27. plus courtes que celles des heures, & celles des quarts encore plus courtes que celles des demi-heures, afin de les diſtinguer plus facilement.

124. Un côté du Cadran étant tracé, on tranſportera de l'autre côté L de l'équinoxiale LK les points horaires qui ſont du côté K, & on tirera également par ces points les lignes horaires par l'autre centre X, obſervant de faire commencer les diſtances du point M, où l'Equinoxiale LK coupe l'autre ligne Méridienne XZ.

125. Pour tracer les lignes horaires du matin avant ſix heures, & du ſoir après ſix heures, il faut prolonger au-delà du centre celles de ſept & huit heures du matin, & on aura celles du ſoir. De même en prolongeant les quatre & cinq heures du ſoir, on aura les quatre & cinq heures du matin, comme l'on voit à la figure. Il en eſt de même des demi-heures & des quarts.

126. On s'apperçoit aſſez que l'arc BPH étant de 90°, & y ayant porté la même ouverture du compas qui l'a décrit, le point V eſt un arc de 60° à le compter juſqu'à H, où la premiere Méridienne coupe l'Equinoxiale. Cet arc de 60° étant diviſé en quatre parties, il reſte d'autres arcs de 15° chacun, attendu que quatre fois 15 font 60. Chaque arc de 15° fait un angle d'une heure, puiſque le Soleil parcourt réellement 15° par heure. Si on diviſe encore chaque arc en deux parties, ils n'auront plus que 7° 30′, & ce ſeront les demi-heures; ſi encore on les diviſe en deux, ce ſeront des arcs de 3° 45′, & ce ſeront les quarts. On peut encore diviſer ces arcs en trois parties chacun, qui ſeront de 1° 15′ chacun, ce qui fera que le Cadran marquera les minutes de cinq en cinq, dont les lignes horaires doivent être encore plus courtes que celles des quarts. Pour la maniere de poſer l'axe & d'orienter le Cadran, nous en parlerons à la fin de ce Chapitre.

127. Il reſte une difficulté; il arrive preſque toujours que l'Equinoxiale n'eſt par aſſez longue pour recevoir les points horaires de ſept heures du matin & de cinq heures du ſoir, avec les demi-heures & les quarts. Afin donc de trouver tous les points horaires qui manqueront ſur l'Equinoxiale, nous allons montrer comment il faut s'y prendre. *Pl. 6. Fig. 27.*

Les lignes horaires E9, X3 ſont ſéparées par ſix eſpaces horaires; car il eſt néceſſaire que ces ſix heures ſoient tracées, pour pouvoir employer la méthode que nous propoſons. On tirera la ligne OR parallele à celle de neuf heures, qui coupera celle de trois heures, & qui rencontrera les lignes horaires de deux & d'une heures. Enſuite on prendra avec le compas la diſtance du point d'interſection S au point T, qui eſt le point de rencontre de la parallele OR avec la ligne horaire X2; & on marquera ſur la ligne OR une diſtance égale SQ de l'autre côté du point S. De même on prendra SO égale à la diſtance du point S au point R, qui eſt l'interſection de la parallele & de la ligne horaire XI. Si du centre X on tire deux lignes qui paſſent par les points Q & O, ce ſeront les lignes horaires de quatre & cinq heures. On tranſportera également les points des demi-heures & des quarts, & même les minutes, s'il y en a, comme l'on a fait des points de quatre & de cinq heures. Toute l'opération étant faite d'un côté, on en fera autant de l'autre; on tirera ſur les lignes horaires du matin une parallele à la ligne horaire de trois heures, & on fera le reſte comme nous venons de le dire.

Voilà la maniere la plus ſimple & la plus facile pour tracer géométriquement le Cadran horiſontal. On conçoit bien qu'il faut de l'adreſſe & de l'uſage pour tirer toutes ces lignes avec juſteſſe, & il n'y a que ceux qui ſont accoutumés à opérer avec exactitude, qui y puiſſent bien réuſſir. La méthode du

calcul, dont nous allons parler à la Section ſuivante, ne demande pas tant d'induſtrie, parce qu'il n'y a preſque point de lignes à tirer que les horaires; auſſi la méthode du calcul eſt préférable à tous égards.

SECTION II.

Maniere de tracer le Cadran horiſontal par le Calcul.

128. LE Soleil paroît faire ſa révolution entiere autour de la Terre dans 24 heures. Le cercle qu'il parcourt eſt, comme tous les autres cercles, de 360 dégrés. Il parcourt donc 15 dégrés dans 1 heure, puiſque 15 multipliés par 24 font 360. 15 dégrés eſt donc la 24^{e} partie de 360 dégrés. Si dans 1 heure le Soleil paroît parcourir 15 dégrés, il s'enſuit qu'il en parcourt 30 dans 2 heures. Il parcourt 45 dégrés dans 3 heures, 60 dans 4 heures, 75 dans 5 heures, & 90 dans 6 heures. Il s'enſuit encore que le Soleil parcourt 7 dégrés 30 minutes dans demi-heure, 3 dégrés 45 minutes dans un quart-d'heure; 1 dégré 15 minutes dans 5 minutes, & enfin 15 minutes de dégré dans une minute de tems.

129. Tous les dégrés que le Soleil paroît parcourir dans ſa révolution journaliere de 24 heures, commencent à ſe compter depuis le Méridien du lieu où l'on eſt, repréſenté dans le Cadran, par la ligne de Midi ou de 12 heures. Ce que l'on appelle *la diſtance du Soleil au Méridien* (terme dont nous nous ſervirons ſouvent dans la ſuite), n'eſt autre choſe que le nombre des dégrés & minutes que l'on compte depuis le Méridien juſqu'à l'endroit où le Soleil ſe trouve à telle heure. Nous venons de dire

dans

dans l'article précédent que le Soleil parcourt 15 dégrés dans une heure. S'il s'agit donc d'une heure après Midi, ou de 11 heures, qui sont deux points horaires également éloignés du Méridien ou de Midi, le Soleil est éloigné du Méridien de 15 dégrés. Ainsi, pour nous servir de la façon de parler ordinaire, nous disons que la distance du Soleil au Méridien est de 15 dégrés, pour une heure & 11 heures. Pour Midi & demi & 11 heures & demie, la distance du Soleil au Méridien est de 7 dégrés 30 minutes. Pour Midi un quart & 11 heures trois quarts, la distance du Soleil au Méridien est de 3 dégrés 45 minutes. Pour Midi 5 minutes & 11 heures 55 minutes, la distance du Soleil au Méridien est d'un dégré 15 minutes. Pour une heure & un quart & 10 heures trois quarts, qui sont des points horaires également éloignés de Midi, la distance du Soleil au Méridien est de 18 dégrés 45 minutes ; parce qu'il faut ajouter à 15 dégrés pour une heure, les 3 dégrés 45 minutes pour le quart; ce qui fait 18 dégrés 45 minutes. Pour 2 heures & demie & 9 heures & demie, la distance du Soleil au Méridien est de 37 dégrés 30 minutes; parce qu'il faut ajouter à 30 dégrés pour 2 heures, les 7 dégrés 30 minutes pour la demi-heure. Il en est de même de toutes les autres heures, quarts & minutes.

130. On appelle *angle horaire*, l'angle que fait chaque ligne horaire avec la ligne de Midi ou de 12 heures. Le sommet de tous ces angles est au centre du Cadran, où toutes les lignes horaires vont aboutir, & se réunir à un seul point, qui est le centre du Cadran. Tous les angles horaires d'un côté du Cadran sont tout-à-fait semblables & égaux à ceux de l'autre côté : ainsi il suffit de trouver par le calcul un côté du Cadran ; le même calcul servira pour l'autre côté, qui par conséquent se trouvera tout fait.

131. Il faut remarquer qu'on ne peut trouver, par le calcul, les angles horaires que depuis Midi juſqu'à ſix heures du ſoir; les autres angles horaires, depuis 6 heures juſqu'à 8 heures du ſoir, ſe trouvent en prolongeant les lignes horaires de 7 & de 8 heures du matin, au-delà du centre du Cadran, & en prolongeant également au-delà du centre du Cadran les 4 & 5 heures du ſoir, on aura les 4 & 5 heures du matin. C'eſt ce que nous verrons encore plus particulierement dans la ſuite.

132. Il s'agit préſentement de procéder au calcul des angles horaires. Pour cela on fera l'analogie ſuivante :

Le ſinus total
eſt au ſinus de la hauteur du pôle,
comme la tangente de la diſtance du Soleil au Méridien pour l'heure propoſée,
eſt à la tangente de l'angle horaire,
dans le Cadran horiſontal.

Remarquez attentivement tout l'énoncé de cette analogie : il y a quatre termes, dont le premier eſt le *ſinus total*, c'eſt-à-dire, l'unité avec ſix zeros 1000000. Le ſecond terme eſt un *ſinus*, & c'eſt celui de la hauteur du pôle, que nous ſuppoſerons être 44° 50′; ſon ſinus log. ſera 984822. Le troiſiéme terme eſt une *tangente*, & c'eſt la tangente du dégré de la diſtance du Soleil au Méridien à l'heure dont on veut ſçavoir l'angle horaire. Il faudra additionner les logarithmes des deux termes moyens; c'eſt-à-dire, le logarithme ſinus de la hauteur du pôle, & le logarithme tangente de la diſtance du Soleil au Méridien; de la ſomme on ſouſtraira le ſinus total, qui eſt le premier terme; le reſte don-

nera le quatriéme terme cherché, qui eſt l'angle horaire propoſé.

133. Pour faire le calcul des angles horaires avec ordre & ne rien confondre, ce à quoi les commençans doivent s'aſſujettir, on fera une Table, dont on trouvera dans la ſuite un modéle. Elle ſera en ſix colomnes de haut en bas : dans la premiere colomne on mettra les heures, demi-heures, quarts & minutes que l'on ſouhaitera dans le Cadran horiſontal. Dans la ſeconde on mettra la diſtance du Soleil au Méridien convenable à chaque heure, demi-heure, quart & minute de la premiere colomne. Dans la troiſieme on mettra l'angle horaire que l'on aura trouvé par le calcul. Dans la quatriéme colomne on mettra les différences qui ſe trouvent entre chaque angle horaire, pour voir s'il ſe ſeroit gliſſé quelque erreur dans le calcul des angles horaires. Dans la cinquiéme on mettra les cordes de chaque angle horaire, pour ceux qui n'auront pas des échelles de cordes ; car pour ceux qui en auront, ils pourront ſe paſſer de cette colomne & de la ſuivante. Enfin, dans la ſixiéme, on mettra les différences entre chaque corde, pour ſervir de preuve à la juſteſſe du calcul des cordes des angles horaires. Nous allons donner quelques exemples de tout ce calcul, & nous choiſirons ceux où l'on pourroit trouver quelque difficulté. Nous ne ferons mention que d'un côté du Cadran, parce que l'autre côté doit être tout-à-fait égal.

Pour Midi & 5 minutes, c'eſt-à-dire, pour 5 minutes après-midi, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 1° 15′, dont la tangente eſt 833886 ; c'eſt le troiſiéme terme de l'analogie qu'il faut additionner avec le ſinus de l'élévation du pôle que nous avons dit être 984822.

log. ſinus de 44° 50′ ſecond terme . . 984822
log. tangente de 1° 15′ troiſiéme . . 833886

Somme . . 1818708

dont il faut ſouſtraire le log. ſinus total. . 1000000

Reſte . . 818708

qui ſera le log. tangente de l'angle horaire requis ; c'eſt le quatriéme terme deſiré. On cherchera dans les Tables, aux colomnes des log. tangentes, & on trouvera que ce nombre 818708 répond à 53′, non pas préciſément, mais c'eſt le plus approchant.

Pour Midi & 10 minutes, la diſtance du Soleil au Méridien, qui eſt le troiſiéme terme de l'analogie, eſt 2° 30′, dont la tangente eſt 864009 qu'il faut additionner avec le ſinus de l'élévation du pôle, qui eſt, comme auparavant, 984822; c'eſt le ſecond terme de l'analogie, (il eſt toujours le même pour tous les angles horaires, puiſque c'eſt l'élévation du pôle 44° 50′)

log. ſinus de 44° 50′ ſecond terme . . 984822
log. tangente de 2° 30′ troiſiéme . . 864009

Somme . . 1848831

de laquelle il faut ſouſtraire le log. ſinus total. 1000000

Reſte . . 848831

qui eſt le logarithme tangente de 1° 46′ (c'eſt le plus approchant), qui eſt l'angle horaire requis & le quatriéme terme de l'analogie.

Il n'eſt pas néceſſaire dans la pratique de ſouſtraire le log. ſinus total de la ſomme des deux autres termes, puiſqu'il reſte toujours la même ſomme & la premiere unité de moins. Ainſi il ſuffira de retrancher de cette ſomme la premiere unité à gauche, & la ſouſtraction du log. ſinus total ſe trouvera toute faite. C'eſt ainſi que nous ferons toujours, lorſqu'il fau-

dra soustraire de quelque somme le log. sinus total. Cette regle a lieu également, lorsqu'il faut additionner le log. sinus total avec un autre nombre. Il suffit de mettre une unité de plus au commencement de la somme, & l'addition se trouve faite. Par exemple, je veux additionner cette somme 1866475 avec le log. sinus total; je mets seulement 2866475, & l'addition se trouve faite. Autre exemple différent : je veux additionner ce nombre 864009, avec le log. sinus total, je mets simplement 1864009, & l'addition se trouve faite. Nous ne suivrons pas de suite tous les angles horaires, parce que nous n'avons pas dessein de faire actuellement une Table entiere des angles horaires, mais seulement de faire voir par quelques exemples comment on la fait.

Pour Midi & un quart, la distance du Soleil au Méridien est de 3° 45′, dont le log. tangente est 881653, qu'il faut additionner avec le log. sinus de l'élévation du pôle.

log. sinus de 44°. 50′. 984822
log. tangente de 3° 45′. 881653

Somme. . 1866475.

(Nous avons retranché la premiere unité à gauche, & la soustraction du sinus total se trouve faite.) Cette somme 866475 est le log. tangente de 2° 39′; c'est l'angle horaire cherché.

Pour Midi & demi, la distance du Soleil au Méridien est de 7° 30′, dont le log. tangente est 911943
log. sinus de 44° 50′ 984822

Somme . 1896765, qui est le log. tangente de 5° 18′; c'est l'angle horaire de Midi & demi.

Pour une heure après Midi, la distance du Soleil au Méridien est de 15°, dont le logarithme tangente

eſt. 942805
log. ſinus de 44° 50′ 984822

Somme . 1927627,

qui eſt le log. tangente de 10° 42′; c'eſt l'angle horaire requis, & le quatrieme terme cherché pour une heure après Midi.

Pour trois heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 45°, dont le logarithme tangente eſt 1000000 1000000,
qu'il faut additionner avec le log. ſin. de
44° 50′ 984822

Somme . 1984822,

dont il faut ſouſtraire le log. ſinus total . 1000000

Reſte . . . 984822,

qui eſt le logarithme tangente de 35° 11′; c'eſt l'angle horaire requis pour trois heures après midi, & le quatrieme terme cherché.

Remarquez dans cet exemple que le log. tangente de 45° eſt ſemblable au ſinus total, & que nous pouvions ne pas l'additionner avec le log. ſinus de la hauteur du pôle; il auroit ſuffi d'ajouter une unité avant le log. ſinus de la hauteur du pôle, comme l'on voit à la ſomme. Remarquez encore que nous pourrions nous diſpenſer de réſoudre l'analogie, puiſque le ſinus log. de la hauteur du pôle, qui eſt 984822, devient tangente log. de l'angle horaire cherché; c'eſt ainſi qu'un ſinus peut être regardé comme tangente en certains cas; mais pour lors il convient à des dégrés différens. On voit ici que ce nombre 984822 étant pris pour log. ſinus, il appartient à 44° 50′, & s'il eſt regardé comme tangente log. il convient à 35° 11′.

Pour quatre heures après Midi, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 60°, dont le logarithme tan-

gente est 1023856
log. sinus de 44° 50′ 984822

Somme . 2008678

Observez ici qu'au lieu de mettre la somme comme nous l'avons additionnée 2008678, il n'y a qu'à retrancher une unité à gauche, ainsi 1008678, & la soustraction du log. sinus total se trouvera faite : c'est donc le log. tangente de 50° 41′, qui est l'angle horaire cherché pour quatre heures après Midi.

Pour cinq heures, la distance du Soleil au Méridien est de 75°, dont la tangente est . . 1057195
log. sinus de 44° 50′ 984822

Somme . 1042017,

où la soustration se trouve toute faite, parce que nous en avons retranché la premiere unité ; car autrement il auroit fallu mettre 2042017, & pour lors il auroit été nécessaire d'en soustraire le log. sinus total.

Pour 5 heures 55 minutes, la distance du Soleil au Méridien est de 88° 45′, dont le logarithme tangente est 1166114
log. sinus de 44° 50′ 984822

Somme . 1150936,

dont la soustraction du log. sinus total est toute faite, & qui est le log. tangente de 88° 14′ ; c'est l'angle horaire requis, & le quatrieme terme cherché.

Pour six heures, la distance du Soleil au Méridien est de 90°, qui est l'angle droit avec la ligne de Midi ou de 12 heures ; par conséquent il n'y a point de calcul à faire.

134. C'est ainsi qu'il faudra faire pour dresser la Table des angles horaires : on voit que ce calcul est fort simple & facile. Sitôt qu'on aura calculé quelques angles horaires, on s'en rendra la pratique familiere. Les neuf exemples que l'on vient de voir

ſont plus que ſuffiſans pour lever toutes les difficultés qui pourroient ſe préſenter. La diſtance du Soleil au Méridien eſt facile à trouver pour chaque heure, chaque quart & chaque minute du jour. La réſolution de l'analogie eſt fort ſimple ; il faut ſeulement faire une grande attention à bien lire les nombres des Tables des ſinus & tangentes, de ne pas prendre les ſinus pour des tangentes, ou les tangentes pour des ſinus, & enfin ſe ſouvenir toujours de ſe ſervir des logarithmes. Sans ce ſecours les calculs deviendroient immenſes, & il faudroit être grand Arithméticien pour en venir à bout.

Il convient de s'aſſurer de la juſteſſe du calcul des angles horaires, lorſqu'on les aura tous trouvés. Il n'eſt queſtion pour cela que de chercher la différence qu'il y a d'un angle horaire à l'autre. Si ces différences ſe ſuivent aſſez bien, le calcul eſt bon, & on peut s'y fier. Si ces différences ne ſe ſuivent pas en quelques endroits, il y aura quelque erreur dans le calcul ; pour lors on le refera à l'endroit où on l'a trouvé défectueux. Or le défaut peut venir ou de ce que l'on s'eſt trompé dans la diſtance du Soleil au Méridien, ou de ce que l'on a mal lû quelque nombre dans les Tables, ou de ce que l'on aura pris un ſinus pour une tangente, ou qu'au lieu de prendre le log. ſinus ou log. tangente, on aura pris un ſinus ou tangente naturelle, ou enfin de ce que l'on aura mal fait l'addition des deux termes moyens de l'analogie.

Pour trouver ces différences, il faudra commencer le calcul par la fin de la Table en rétrogradant : on réduira en minutes les dégrés de chaque angle, en y ajoutant celles qui ſont de ſurplus, s'il y en a ; & on ſouſtraira le plus petit nombre du plus grand : par exemple, on commencera par le dernier angle horaire, qui eſt de 90°, c'eſt celui de ſix heures ; on le réduira en minutes, en le multipliant par 60 ; ce qui donnera 5400 minutes. On multipliera éga-

lement les 88° qui ſuivent immédiatement de bas en haut par 60 : ce qui fera 5280 ; à quoi on ajoutera les 14′ de ſurplus ; ce ſera en tout 5294 minutes, que l'on ſouſtraira du nombre précédent 5400 minutes : il reſtera 106, que l'on écrira entre ces deux angles horaires dans la quatrieme colomne de la Table. Ce ſera la différence qu'il y a entre ces deux angles horaires. On continuera en multipliant 86° par 60 ; ce qui donnera 5160 minutes, auxquelles on ajoutera les 27′ de ſurplus : ce ſera 5187, que l'on ſouſtraira de 5294 minutes précédentes ; reſtera 107. Ce ſera la différence entre le pénultieme angle horaire & l'antepénultieme. On continuera à calculer cette quatrieme colomne. Par ces différences on découvrira quelque erreur, s'il y en a.

135. Reſte à remplir les deux dernieres colomnes de la Table ; la cinquieme, qui doit contenir les cordes des angles horaires, pour ceux qui n'auront point une échelle des cordes ; & la ſixieme contiendra les différences de la corde d'un angle horaire à l'autre corde de l'autre angle horaire ſuivant. Nous avons dit aſſez au long, art. 114, 115, 116 & 117, que l'on peut relire, comment on trouve par les ſinus naturels les cordes pour quelque angle que ce ſoit. C'eſt par les regles que nous y avons données, que l'on remplira la cinquieme colomne de la Table. Nous ne croyons pas qu'il ſoit néceſſaire de les répéter ici.

Pour trouver les différences entre les cordes des angles horaires, on ne fera que ſouſtraire le plus grand nombre du plus petit, en commençant par le fond de la Table, & allant de ſuite en rétrogradant, comme l'on a fait pour trouver les différences entre les angles horaires. On verra ſi ces différences ſe ſuivent aſſez bien ; ce ſera une preuve que toutes les cordes des angles horaires ont été bien calculées. Voici toute la Table entiere en deux pages de ſuite.

Heures & min. du Cadran hor.	Diſt. du Sol. au Mérid.		Angles horaires.		Diff.	Cordes des angl. hor.	Diff.
Midi & 5 min.	1°	15′	0°	15′	53	15.	15
Midi 10 min.	2°	30′	1°	46′	53	30.	15
Midi 15 min.	3°	45′	2°	39′	53	45.	16
Midi 20 min.	5°	0′	3°	32′	53	61.	15
Midi 25 min.	6°	15′	4°	25′	53	76.	16
Midi 30 min.	7°	30′	5°	18′	53	92.	15
Midi 35 min.	8°	45′	6°	11′	54	107.	16
Midi 40 min.	10°	0′	7°	5′	54	123.	15
Midi 45 min.	11°	15′	7°	59′	54	138.	16
Midi 50 min.	12°	30′	8°	53′	54	154.	16
Midi 55 min.	13°	45′	9°	47′	55	170.	16
1 heure.	15°	0′	10°	42′	55	186.	16
1. 5	16°	15′	11°	37′	55	202.	16
1. 10′	17°	30′	12°	32′	56	218.	16
1. 15′	18°	45′	13°	28′	56	234.	16
1. 20′	20°	0′	14°	24′	56	250.	16
1. 25′	21°	15′	15°	20′	57	266.	16
1. 30′	22°	30′	16°	17′	57	282.	17
1. 35′	23°	45′	17°	14′	58	299.	17
1. 40′	25°	0′	18°	12′	58	316.	16
1. 45′	26°	15′	19°	10′	59	332.	17
1. 50′	27°	30′	20°	9′	60	349.	17
1. 55′	28°	45′	21°	9′	0	366.	17
2. heures.	30°	0′	22°	9′	60	383.	18
2. 5′	31°	15′	23°	9′	62	401.	17
2. 10′	32°	30′	24°	11′	63	418.	18
2. 15′	33°	45′	25°	14′	63	436.	18
2. 20′	35°	0′	26°	17′	64	454.	18
2. 25′	36°	15′	27°	20′	65	472.	18
2. 30′	37°	30′	28°	25′	65	490.	19
2. 35′	38°	45′	29°	30′	67	509.	18
2. 40′	40°	0′	30°	37′	67	527.	19
2. 45′	41°	15′	31°	44′	68	546.	19
2. 50′	42°	30′	32°	52′	69	565.	19
2. 55′	43°	45′	34°	1′	70	584.	20
3. heures.	45°	0′	35°	11′	70	604.	20

Heures & min. du Cadran hor.	Diſt. du Sol. au Méridien.	Angles horaires.	Diff.	Cordes des angl. hor.	Diff.
3 heures 5′	46° 15′	36° 21′		624.	
3 10′	47° 30′	37° 34′	73	644.	20
3 15′	48° 45′	38° 48′	74	664.	20
3 20′	50° 0′	40° 2′	74	684.	20
3 25′	51° 15′	41° 18′	76	705.	21
3 30′	52° 30′	42° 35′	77	726.	21
3 35′	53° 45′	43° 53′	78	747.	21
3 40′	55° 0′	45° 12′	79	768.	21
3 45′	56° 15′	46° 32′	80	790.	22
3 50′	57° 30′	47° 54′	82	811.	21
3 55′	58° 45′	49° 17′	83	833.	22
4 heures.	60° 0′	50° 41′	84	855.	22
4 5′	61° 15′	52° 7′	86	878.	23
4 10′	62° 30′	53° 34′	87	901.	23
4 15′	63° 45′	55° 2′	88	923.	22
4 20′	65° 0′	56° 31′	89	946.	23
4 25′	66° 15′	58° 2′	91	970.	24
4 30′	67° 36′	59° 34′	92	993.	23
4 35′	68° 45′	61° 7′	93	1016.	23
4 40′	70° 0′	62° 42′	95	1040.	24
4 45′	71° 15′	64° 18′	96	1064.	24
4 50′	72° 30′	65° 54′	96	1087.	23
4 55′	73° 45′	67° 32′	98	1111.	24
5 heures.	75° 0′	69° 12′	100	1135.	24
5 5′	76° 15′	70° 52′	100	1159.	24
5 10′	77° 30′	72° 33′	101	1183.	24
5 15′	78° 45′	74° 15′	102	1206.	23
5 20′	80° 0′	75° 57′	102	1230.	24
5 25′	81° 15′	77° 41′	104	1254.	24
5 30′	82° 30′	79° 25′	104	1277.	23
5 35′	83° 45′	81° 10′	105	1301.	24
5 40′	85° 0′	82° 56′	106	1324.	23
5 45′	86° 15′	84° 41′	105	1346.	22
5 50′	87° 30′	86° 27′	106	1369.	23
5 55′	88° 45′	88° 14′	107	1392.	23
6 heures.	90° 0′	90° 0′	106	1414.	22

136. La Table étant faite, comme nous venons de le voir, il s'agit de tracer le Cadran. Il faut que le plan ſur lequel on doit le tracer ſoit parfaitement plan, c'eſt-à-dire, qu'il ſoit bien dreſſé, bien *dégauchi;* en ſorte qu'une regle bien droite étant appliquée deſſus en tout ſens, joigne par-tout, ſans quoi le Cadran ſeroit faux, & il ne ſeroit pas poſſible de le poſer exactement de niveau.

En général plus le plan ſera grand, plus le Cadran aura de préciſion; il convient qu'il ait depuis un pied juſqu'à trois pieds de diametre, ſi l'on doit y tracer les minutes de cinq en cinq; s'il ne doit pas être à minutes, on peut le faire plus petit, même juſqu'à deux ou trois pouces: mais il vaudra toujours mieux le faire grand; il en ſera plus juſte. On lui donnera la forme qu'on jugera à propos, ou quarrée, ou ronde, ou octogone, ou hexagone, &c. Quant à ſa matiere, il peut être fait de marbre ou grès, ardoiſe, pierre, brique, cuivre, étain, plomb, &c. mais jamais de bois, parce qu'étant expoſé aux intempéries de l'air, il ſe tourmenteroit toujours.

Pl. 7. *Fig.* 28. 137. Nous ſuppoſons quarré le plan, ſur lequel on veut tracer le Cadran, comme AEBD. Tirez la ligne AB qui paſſera par le centre du plan, & qui le partagera en deux parties égales. Diviſez à peu près en trois parties la longueur de la ligne AB; & après avoir donné les deux tiers de cette ligne, comme CB, pour la Méridienne, les centres du Cadran ſeront déterminés aux points C & I. Tirez enſuite la pendiculaire DE, qui paſſe par les centres C & I du Cadran : cette ligne DE ſera la ligne horaire de ſix heures du ſoir, & celle de ſix heures du matin.

138. Remarquez que nous conſtruiſons le Cadran à deux centres C & I, & par conſéquent il y a deux lignes pour Midi ou 12 heures, diſtantes entr'elles de toute l'épaiſſeur que l'on veut donner à l'axe, comme nous l'avons dit vers le commencement de

l'art. 123. Si on ne ſuivoit pas cette méthode de deux centres, on ſeroit obligé de ſe ſervir d'un axe extrêmement mince; ce qui ne ſeroit pas ſolide, & ne dureroit pas long-temps. *Pl.* 7. *Fig.* 28.

139. Du point C, comme centre, & de l'intervalle égal au rayon de l'échelle dont on doit ſe ſervir, on décrira le quart de cercle EF : on en fera autant, de l'autre côté du plan, du centre I, & par le même rayon, on décrira l'autre quart du cercle DL. Cela fait, il n'y aura plus qu'à marquer les points horaires ſur ces deux quarts de cercle ; ce qui ſe fera de la maniere ſuivante.

Si l'on a une échelle des cordes, on ſe ſervira de celle dont le rayon a tracé les quarts de cercle. On prendra ſur le compas à verge la diſtance de 15 minutes, qui eſt, ſelon la Table que l'on a faite, l'angle horaire de Midi & cinq minutes, & on portera cette diſtance du point F, où le quart de cercle EF coupe la Méridienne CF ſur le même quart de cercle, en tirant vers E. On portera la même diſtance de L vers D. On marquera ainſi ces deux points horaires, par une petite interſection, ſur les quarts de cercle.

Pour Midi 10 minutes, on trouve dans la Table que ſon angle horaire eſt $1^{\circ}\ 46'$; on prendra cette diſtance ſur l'échelle des cordes, que l'on portera de F vers E, & de L vers D.

Pour une heure l'angle eſt $10^{\circ}\ 42'$, on prendra cette diſtance ſur l'échelle des cordes, & on la portera de F vers E, & de L vers D. L'on continuera ainſi à marquer tous les points horaires ſur les quarts de cercle ; après quoi on tirera des lignes du centre C, qui paſſent ſur les points horaires, marqués ſur le quart de cercle FE, & ce ſeront les lignes horaires du matin. On tirera également d'autres lignes du centre I, qui paſſent ſur les points horaires, marqués ſur le quart de cercle LD, & ce ſeront les lignes horaires du ſoir.

140. Si l'on n'a pas de compas à verge, mais une ſimple échelle des cordes, on y prendra les diſtances des angles horaires avec un compas ordinaire, & on les portera ſur le plan, comme nous avons dit. Ceux qui n'ont point une échelle des cordes, pourront s'en paſſer, en ſe ſervant d'une échelle des parties égales, ſemblable à celle qui eſt ordinairement dans tous les étuis de Mathématique. Mais au lieu de ſe ſervir de la troiſieme colomne de la Table que l'on a faite, on ſe ſervira de la cinquieme, qui contient les cordes des angles horaires. On commencera par tracer les quarts de cercle, dont le rayon ſoit égal à 1000 parties de l'échelle dont on doit ſe ſervir; enſuite on prendra, avec un compas ordinaire ſur cette échelle, les diſtances des cordes pour chaque angle horaire, comme elles ſont marquées dans la Table: ce qui fera le même effet que l'échelle des cordes.

Comme ces ſortes d'échelles n'ont ordinairement que 1000 parties, & que cependant les cordes des angles horaires contenues dans la cinquieme colomne de la Table vont juſqu'à 1414; on tirera une ligne droite ſur une regle de bois, ſur laquelle on marquera la longueur entiere de 1000 parties. Je ſuppoſe que la longueur totale de 1000 parties (*Pl. 7. Fig. 29.*) ſoit la diſtance de A à B, & que l'on ait beſoin de prendre la diſtance de 1016 parties, on prendra celle de 16 parties ſeulement ſur l'échelle de 1000 parties, & on la portera de B en C; enſuite on ouvrira le compas ordinaire de C juſqu'en A, & on portera cette diſtance, qui ſera de 1016 parties, ſur les quarts de cercle. Ainſi pour la diſtance de 1040, qui eſt la corde de l'angle horaire de 4 heures 40 minutes. On prendra avec un compas ordinaire la diſtance de 40 parties, que l'on portera de B en D, enſuite on ouvrira le compas de D en A, & on aura la diſtance de 1040 parties. On fera de même pour

1064; on prendra ſur l'échelle de 1000 parties le nombre 64, que l'on portera de B en E. Pour 1087, on prendra la diſtance du nombre 87, que l'on portera de B en G, & ainſi des autres cordes qui ſurpaſſeront 1000.

141. Si l'échelle de 1000 parties, que l'on a, étoit trop grande pour le plan ſur lequel on veut tracer le Cadran; il faudroit prendre pour rayon des quarts de cercle LD & FE, 500 parties au lieu de 1000; mais dans ce cas, il ne faudroit prendre que la moitié des cordes des angles horaires de la cinquiéme colomne de la Table. On pourroit auſſi employer un rayon de 2000 parties, quoique l'échelle ne fût que de 1000 parties, en ſe ſervant de l'expédient que nous venons d'indiquer. Pour lors il faudroit doubler les cordes des angles horaires. Par exemple, au lieu de prendre 186 parties, qui eſt la corde de l'angle horaire, pour une heure, il faudroit 372 parties. Si le rayon étoit de 3000 parties, il faudroit tripler les cordes; ſi le rayon étoit de 4000 parties, il faudroit les quadrupler. Dans ce cas, il faudroit avoir une échelle des parties égales, qui pût contenir les nombres ſuffiſans; ou du moins, porter ſur une regle aſſez longue & bien unie, cinq ou ſix fois la longueur de l'échelle que l'on a, & y tirer des ſimples perpendiculaires. On prendroit ſur cette regle tous les milles dont on a beſoin, & les dixaines, avec les unités ſur l'échelle de 1000 parties. Par exemple: on veut 4856 parties; on prendra les 856 parties, que l'on portera ſur la regle après les 4000 parties. Ainſi on ſe tirera d'affaire dans le beſoin pour un grand Cadran, quoique l'on n'ait qu'une petite échelle de 1000 parties. Mais cela demande une grande exactitude & beaucoup d'adreſſe, pour être toujours juſte. Quand on portera pluſieurs fois la longueur de l'échelle ſur une regle, il faut le faire avec beaucoup de préci-

ſion, & marquer ſur la regle des points très-fins. Si on étoit obligé de ſe ſervir d'un rayon de 4000 parties, il faudroit que la regle fût aſſez longue pour en contenir 6000.

142. Si on avoit un grand demi-cercle de 8 à 10 pouces au moins, de rayon où les minutes fuſſent bien ſenſibles, & bien diviſé, on pourroit s'en ſervir pour marquer tous les angles horaires. On appliqueroit ſon centre ſur le centre du Cadran & ſa ligne diamétrale le long de la Méridienne. Mais il faudroit que ce demi-cercle eût une alidade avec laquelle on traceroit tous les angles horaires. Cet inſtrument ne ſeroit pas commode pour les grands Cadrans verticaux. Les échelles, ſoit des cordes, ſoit des parties égales, ſont toujours préférables.

Pl. 7. *Fig.* 28. 143. Il faudra obſerver que toutes les opérations précédentes ne doivent ſe faire qu'avec un crayon bien aigu, ou une pointe aſſez fine, pour que les lignes horaires le ſoient également. Après que tout ſera tracé au crayon, ou à la pointe, on gravera avec un burin, ou autrement, toutes les lignes horaires qui doivent être très-fines, afin que le Cadran en ſoit plus juſte. Ces ſortes de Cadrans ne ſe regardent jamais que de près; il n'y a point d'inconvénient que les lignes ſoient fines, pourvû qu'elles ſoient profondes; les chiffes des heures peuvent être gravés beaucoup plus fort. Il convient que les chiffres ne ſoient pas grands, afin de donner aux lignes horaires autant de longueur qu'il ſera poſſible. Le reſte ſe fait comme par la Méthode géométrique de tracer le Cadran horiſontal. En prolongeant les lignes horaires de 4 & 5 heures du ſoir au-delà du centre I, on aura les 4 & 5 heures du matin; & en prolongeant au-delà du centre C, les 7 & 8 heures du matin, on aura les 7 & 8 heures du ſoir. Il en ſera de même des minutes, quarts & demi-heures; mais il faut remarquer que les 7 &

& 8 heures du ſoir, de même que leurs demi-heures, quarts & minutes, qui ſuivent les 6 heures du ſoir, doivent partir du centre C; & celles qui précedent les 6 heures du matin, doivent partir du centre I; de façon, par exemple, que la regle étant poſée ſur la ligne horaire de 5 heures du ſoir, elle paſſe ſur le centre I, & trace la ligne horaire de 5 heures du matin.

SECTION III.

Poſer l'axe & orienter le Cadran horiſontal.

144. L'AXE du Cadran horiſontal ſera toujours mieux en cuivre ou laiton, qu'en fer ou toute autre matiere. Son angle DBA doit être égal à la hauteur du pôle ſur l'horiſon. On trouvera cet angle par la même méthode que les cordes des angles horaires (ſuppoſé que l'on n'ait point une échelle des cordes). Dans notre exemple, la hauteur du pôle eſt de 44° 50′. Pour trouver ſa corde, je prends la moitié de 44° 50′, qui eſt 22° 25′, je cherche ſon ſinus naturel, qui eſt 38133933; je double ce ſinus, ce qui fait 7626786. Je retranche les quatre derniers chiffres, & j'ajoute une unité à ceux qui reſtent: ainſi j'ai la corde de l'angle cherché de 44° 50′; ce nombre 763 parties eſt cette corde. On tirera donc une ligne BD, qui ſera la baſe de l'axe; du point B, comme centre, & de l'intervalle de 1000 parties de l'échelle dont on ſe ſert, on décrira l'arc DE. Enſuite on prendra ſur la même échelle la diſtance de 763 parties, que l'on portera ſur l'arc depuis D vers E: on y marquera un point; & du ſommet B on tirera une ligne BA, qui paſſe ſur ce point; on aura l'angle requis de 44° 50′. Si l'axe doit être poſé ſur un Cadran de

Pl. 8. Fig. 30. Fig. 31.

Pl. 8. pierre aſſez épaiſſe, on y fera deux ou trois tenons
Fig. 30. CCC, avec un trou à chacun, pour le ſceller en
Fig. 31. plomb. Il convient de lui donner une épaiſſeur ſuffiſante, ſelon ſa grandeur; s'il a, par exemple, un pied ou 15 pouces de longueur, on le fera de 6 ou 8 lignes d'épaiſſeur, & on donnera cette même diſtance aux deux lignes de Midi; c'eſt pourquoi on fera bien de ne point tracer le Cadran que l'axe ne ſoit fait. On aura moins de travail. La ligne BA s'appelle la *longueur de l'axe*.

Cette longueur de l'axe doit ſe déterminer ſur la diſtance qu'il y a depuis le centre du Cadran, juſqu'aux lignes horaires les plus courtes, près de la Méridienne, même un peu plus longue, afin que ſon ombre la plus courte, qui eſt à Midi, le Soleil étant au ſolſtice d'Eté, puiſſe les atteindre. Si le Cadran n'eſt pas à minutes, l'axe ne ſera pas ſi long. Si la diſtance du centre eſt, par exemple, d'un pied, juſqu'aux lignes les plus courtes, l'axe doit avoir environ 12 pouces 6 lignes.

145. Le Cadran étant gravé, on y fera les trous convenables pour ſceller l'axe. Ces trous ſeront un peu plus grands dans leur fond qu'à l'entrée. On y ajuſtera l'axe, de façon que ſa baſe joigne bien ſur le plan, & que le bout inférieur B de l'axe ſoit préciſément poſé ſur le centre, & exactement dans le milieu de l'eſpace entre les deux lignes de Midi. On le mettra bien perpendiculaire au plan, au moyen d'une équerre que l'on préſentera de chaque côté. On pourra le fixer avec quelques coins de bois, & on ne laiſſera qu'un ſeul trou vuide, pour y verſer le plomb fondu. Lorſqu'on aura rempli un trou, & que le plomb ſera un peu refroidi, on ôtera les coins des autres trous, & on les remplira également. Le plomb étant froid, on le battra avec un marteau, pour le conſolider, & on coupera peu à peu tout le ſuperflu avec un ciſeau de Menuiſier. Si on trouvoit que

l'axe penchât un peu plus d'un côté que de l'autre, on pourroit le faire revenir en battant un peu le plomb avec un marteau.

Si le Cadran étoit de quelque matiere mince, comme ardoiſe, cuivre, étain, ou plomb, &c. on pourroit arrêter l'axe par deſſous, ſoit avec des vis ou clavettes, ou bien le ſouder.

146. Le Cadran étant entierement fini, il s'agit de l'orienter, & de le mettre parfaitement de niveau. Ce ſont deux opérations qui ſe font néceſſairement enſemble. Car ſuppoſé qu'on l'ait mis bien de niveau, il riſque de n'être pas bien orienté; & pour le remettre bien orienté, on lui fait perdre ſon parfait niveau; ces deux opérations ne ſont pas aiſées à faire : voici comment on y pourra réuſſir.

La meilleure maniere d'orienter le Cadran, eſt de s'aſſurer de l'heure de Midi, ſoit par un autre Cadran que l'on ſçaura être bien fait, ſoit encore mieux par une Méridienne horiſontale que l'on peut tracer à portée du Cadran horiſontal. Nous enſeignerons dans le chapitre 9^e^ de ce Traité, la maniere de tracer cette Méridienne horiſontale.

Il faut d'abord poſer le Cadran en ſa place, l'orienter auſſi près que l'on pourra, à quelque minute près, s'il eſt poſſible, & le mettre parfaitement de niveau en tout ſens; ce qui s'exécutera très-bien au moyen d'un bon niveau d'air : ce ſont preſque les ſeuls qui ayent aſſez de préciſion. Au défaut d'un niveau d'air, on pourra en employer un ordinaire, comme nous l'avons dit dans le chapitre des Inſtrumens. On orientera à peu près le Cadran avec une Montre miſe à l'heure la veille. Nous ſuppoſons donc que l'on a une Méridienne horiſontale auprès du Cadran horiſontal. Il faut, au moment de Midi de la Méridienne horiſontale, mettre une Montre ſur le Midi, & tout de ſuite voir de quel côté il faut tourner le Cadran, pour lui faire marquer Midi

en même-tems, & le tourner à l'inſtant. Comme il perd ſon parfait niveau, il eſt néceſſaire de le remettre de niveau, & attendre que Midi un quart ſoit venu, pour voir s'il ſe rencontre bien préciſément avec la Montre; s'il n'eſt pas bien, il faut le remuer encore & le remettre de niveau, & examiner à Midi & demi s'il ſera bien conforme à la Montre; s'il n'y eſt pas encore, il y faut retoucher & l'examiner de nouveau à Midi trois quarts; enfin juſqu'à une heure après Midi, & juſqu'à ce qu'il aille bien.

Le lendemain, ou un autre jour, ſi le lendemain le Soleil n'éclaire point, on verra ſi le Cadran marque Midi juſte au même moment que la Méridienne le marquera, & remettre promptement la Montre. Si le Cadran n'eſt pas encore bien, il faut y retoucher, & l'examiner à Midi & un quart. Enfin, lorſqu'on ſera aſſuré qu'il eſt bien orienté & parfaitement de niveau, on l'arrêtera, ſoit avec du plâtre ou autrement.

Pour placer le niveau comme il faut, on ſe ſervira d'une regle dont la largeur ſoit exactement égale d'un bout à l'autre & bien droite; on l'appliquera ſur ſon côté le long de l'axe, & on poſera le niveau ſur la regle: lorſqu'on aura nivellé le Cadran en ce ſens, on appliquera la regle ſur la ligne de ſix heures; on poſera le niveau ſur la regle, & on nivellera encore le Cadran en ce ſens. On remettra la regle du côté de la Méridienne, avec le niveau deſſus, pour voir ſi le premier nivellement n'a pas été dérangé; c'eſt ainſi que l'on préſentera la regle & le niveau en ces deux ſens, juſqu'à ce que le Cadran ſoit bien de niveau; car cela eſt eſſentiel.

Quand le Cadran ſera bien de niveau, on peut éprouver ſi l'axe eſt exactement poſé à angles droits, en ſuſpendant un plomb pointu par le bas, & l'appliquant au côté du bout ſupérieur de l'axe. Si la

pointe du plomb tombe ſur une Méridienne, & que le plomb étant changé de l'autre côté du bout de l'axe, ſa pointe touche encore l'autre Méridienne ou ligne de 12. heures, l'axe eſt bien poſé. Du reſte, il faut que le bout du Cadran où eſt le centre ſoit tourné du côté du Midi ou du Sud, & le côté oppoſé vers le Septentrion.

147. Quoique le Cadran ſoit fait exactement & bien orienté, on pourra y remarquer une petite erreur à certaines heures, ſoit avant, ſoit après Midi. On trouvera qu'il avance un peu le matin, & retarde un peu le ſoir. Cela vient de ce que la réfraction des rayons de lumiere, cauſée par l'air, fait paroître le Soleil plus élevé qu'il n'eſt, d'une quantité qui diminue à proportion que le Soleil s'approche du Méridien. Ainſi l'erreur eſt d'autant moindre, que les heures marquées par le Cadran, ſont moins éloignées de Midi. Cette erreur eſt même inſenſible vers les dix ou onze heures avant Midi, & vers une heure ou deux heures après Midi en Eté, parce que le Soleil eſt fort élevé à ces heures-là; mais à Midi il n'y a jamais aucune erreur. Il faut encore remarquer qu'en Hyver l'erreur eſt plus grande qu'en Eté, parce qu'en ce tems-là le Soleil eſt beaucoup plus bas qu'en Eté.

148. Si l'on avoit un Cadran horiſontal tout fait pour une latitude particuliere & différente de celle du lieu où on voudroit le faire ſervir, on pourroit lui faire marquer juſte les heures par la maniere de le placer. Si, par exemple, le Cadran étoit tracé pour la hauteur du pôle de 49 dégrés, & qu'on voulût le poſer dans un lieu dont la latitude ne fût que de 43 dégrés, il faudroit le poſer en pente, & l'élever du côté du centre qui regarde le Midi, l'élever, dis-je, de 6 dégrés au deſſus du niveau, afin que ſon axe devienne parallele à l'axe du Monde; car les axes de tous les Cadrans, quels qu'ils ſoient,

doivent avoir cette ſituation. Si le lieu où l'on doit placer le Cadran a ſa latitude plus grande que celle pour laquelle le Cadran a été tracé, par exemple, de 54 dégrés, il faudra élever le côté du Cadran tourné vers le Septentrion de 5 dégrés. Du reſte, il faut qu'il ſoit bien orienté, & parfaitement de niveau de l'Orient à l'Occident, quoiqu'il ſoit en pente du Midi au Septentrion.

CHAPITRE V.

Des Cadrans que l'on appelle réguliers.

QUOIQUE le Cadran horiſontal, dont nous venons de parler au Chapitre précédent, ſoit du nombre de ceux que l'on appelle *réguliers*, nous avons pourtant cru devoir en faire un Chapitre à part, & le mettre, pour ainſi dire, dans une claſſe particuliere pour le traiter aſſez au long, & avec beaucoup de ſoin, à cauſe de ſon utilité, & du grand uſage que l'on en fait. Outre le Cadran horiſontal, il y en a d'autres que l'on appelle *réguliers*, parce qu'ils ne déclinent point du tout. Ils peuvent ſe réduire à trois eſpeces, ſçavoir, le *vertical méridional & ſeptentrional*, le *vertical oriental & occidental*, l'*équinoxial* & le *polaire*, qui ſe poſent dans une ſituation inclinée. Nous avons donné la définition de ces trois eſpeces de Cadrans aux articles 80, 84 & 85, ainſi nous paſſerons tout de ſuite à la diviſion de ce Chapitre en trois Sections: dans la premiere nous traiterons des Cadrans verticaux tourné vers le Midi, & de ceux qui ſont tournés vers le Septentrion non déclinans; dans la ſeconde nous parlerons des Cadrans orientaux & occidentaux, & dans la troiſieme nous donnerons la deſcription de l'équinoxial & du polaire.

SECTION PREMIERE.

Cadrans verticaux méridionaux & ſeptentrionaux non déclinans.

149. AVANT que de tracer un Cadran ſur un mur, il faut faire préparer l'endroit où l'on veut le placer, afin qu'il ſoit bien plan, c'eſt-à-dire, bien droit en tout ſens & bien à plomb. On trouve difficilement des ouvriers qui y regardent d'aſſez près; il faut donc les conduire ſoi-même. Voici comment on s'y prendra.

On commencera par ôter tout l'ancien mortier qui couvre le mur, (s'il eſt crépi), juſques dans les joints des pierres. On compoſera ainſi le nouveau mortier : on aura un bon tiers de chaux qui ne ſoit pas recemment éteinte, deux tiers de gros ſable, & une partie conſiderable de brique pilée que l'on appelle *ciment*. On gâchera le tout avec de l'eau ſuffiſamment, juſqu'à ce qu'il ſoit bien incorporé enſemble. Si on craint que ce mortier ne fende, on y mêlera une quantité conſiderable de bourre, que l'on battra bien auparavant, afin de la défaire exactement. Tout étant bien mêlé, on mouillera abondamment le mur, & l'on y donnera une couche de crépi avec ce mortier.

Lorſqu'il ſera bien ſec, on fera aux deux extrémités du plan, c'eſt-à-dire aux deux côtés, une bande de plâtre de haut en bas : mais il faut placer ces deux bandes de plâtre hors de l'étendue du plan du Cadran. Si le plan eſt fort grand, comme de 8 ou 10, ou 12 pieds, on en fera une autre au milieu. Ces bandes doivent être exactement à plomb, & toutes les trois ſur la même ligne ; ce que l'on pourra

voir en appliquant horiſontalement une grande regle recemment dreſſée. Si elle touche les trois bandes à la fois en la faiſant couler de haut en bas, & la poſant obliquement de deux ſens, les trois bandes ſeront bien faites. Il faut prendre garde qu'à meſure qu'elles ſéchent, elles perdent de leur juſteſſe; il faut avoir ſoin de les rectifier.

Les trois bandes étant bien ſéches & droites, on verra ſi les entre-deux ſont aſſez profonds pour recevoir une autre couche de crépiſſage, comme le premier : mais on ne paſſera jamais aucune couche de mortier que le premier ne ſoit ſec; on mouillera bien le plan, & on paſſera l'autre couche de crépiſſage avec le même gros mortier. Lorſque cette couche ſera bien séche, on préſentera la regle ſur les bandes de plâtre, & on verra ſi cette ſeconde couche touche preſque la regle. Pour lors on fera le même mortier qu'auparavant, mais ſans y mêler de bourre; on paſſera à travers un tamis de crin le ſable & le ciment; & avec ce mortier qui ſera fin comme du plâtre, on paſſera par-tout un enduit que l'on unira ſoigneuſement avec le bouclier. Il ne faut pas manquer auſſi de mouiller le plan avant que d'y paſſer ce dernier enduit. A tout moment on préſentera la regle, & on fera enſorte qu'elle touche par-tout également. On prendra garde de ne pas faire plier la regle en la préſentant ſur le plan. Il faut même la viſiter chaque jour avant que de s'en ſervir, & la faire redreſſer, ſi elle en a beſoin.

Cette derniere couche doit être fort mince, ſi l'on veut réuſſir; c'eſt pourquoi on doit mettre du gros mortier ſuffiſamment, pour que le plan ſoit preſque droit, & il doit être parfaitement ſec avant que de paſſer l'enduit de mortier fin. Si l'on mettoit un enduit épais, il perdroit ſa droiture & ſon égalité en ſéchant; il faudroit toujours y revenir, & l'on auroit peine à réuſſir.

Avant que cet enduit soit sec, on ôtera la bande de plâtre du milieu, & après avoir mouillé l'endroit où elle étoit, on le remplira avec du gros mortier; lequel bien sec, on y passera le même enduit de mortier fin qu'à tout le reste du plan, faisant en sorte qu'il n'y paroisse aucune repriſe. Tout étant fait & reconnu bien plan, on ôtera les autres bandes de plâtre, & l'on donnera au plan du Cadran la forme que l'on jugera à propos.

Si le mur sur lequel on fait le plan du Cadran est bâti en moilon, il faut voir les endroits à peu près où l'on aura besoin de faire les trous pour sceller l'axe, & faire mettre des pierres de taille. Cette opération doit se faire avant que de passer aucun crépi.

Le plan étant fini & bien sec, on y passera une couche d'huile de lin ou de noix bien chaude, sans aucune préparation, & l'on continuera de suite à passer de l'huile tant que le plan peut s'en imbiber, sans attendre qu'elle séche, afin qu'elle s'imbibe dans le mortier, & le pénetre aussi avant qu'il se pourra. Après que ces couches d'huile seront parfaitement séches, ce qui arrivera en douze ou quinze jours, on y passera une couche de céruse à l'huile, que l'on laissera bien sécher, & après on cherchera si le mur décline, comme nous l'enseignerons au Chapitre suivant. La blancheur de la céruse se conservera mieux, si elle est exactement broyée, & qu'on l'employe aussi épaisse que l'on pourra. Moins il y aura d'huile, moins la céruse roussira. On fera bien de ne point préparer l'huile : elle sera plus long-temps à sécher; mais aussi le blanc ternira moins.

150. Lorsque l'on rencontrera un mur bien directement tourné vers le Midi, il sera très-facile d'y tracer un Cadran solaire : mais il faut s'assurer qu'il ne décline point du tout, par les moyens que nous indiquerons dans le Chapitre suivant. S'il n'y a point de

déclinaiſon, il faudra imiter en tout les mêmes opérations du Cadran horiſontal.

Pl. 6. Fig. 27. Si on veut ſuivre la méthode géométrique, on ſuivra celle que nous avons donné, art. 123; mais au lieu de tirer la ligne EF qui faſſe un angle égal à l'élévation du pôle avec la Méridienne, lequel eſt de 44° 50′, comme nous l'avons ſuppoſé, il faudra faire cet angle FEB égal au complément de l'élévation du pôle, qui eſt 45° 10′, & faire tout le reſte comme nous l'avons détaillé. Il ne faudra pas le faire à deux centres, mais à un ſeul. Les heures du matin ſeront poſées du côté de l'Occident, & les heures du ſoir du côté de l'Orient. Ce Cadran ne peut marquer les heures que depuis les ſix heures du matin juſqu'à ſix heures du ſoir; par conſéquent, il n'en faut point d'autres qui précédent ſix heures du matin, ni qui ſuivent les ſix heures du ſoir.

151. Si l'on veut ſuivre la méthode du calcul, qui eſt ſans contredit la meilleure, c'eſt encore la même choſe que pour le Cadran horiſontal: il ſuffit de changer le ſecond terme de l'analogie du Cadran horiſontal, qui dit: *le ſinus total eſt au ſinus de la hauteur du pôle, comme la tangente de la diſtance du Soleil au Méridien eſt à la tangente de l'angle horaire dans le Cadran horiſontal;* & en changeant le ſecond terme de l'analogie, il faut dire: *le ſinus total eſt au ſinus du complément de la hauteur du pôle, comme la tangente*, &c. Lorſque nous avons traité du calcul pour le Cadran horiſontal, nous nous ſommes ſervis, pour exemple, de l'élévation du pôle de 44° 50′, qui étoit le ſecond terme de l'analogie; mais ici il faut prendre pour le ſecond terme de l'analogie du Cadran vertical non déclinant 45° 10′, qui eſt le complément de 44° 50′. Exemple, on veut trouver l'angle horaire de deux heures après Midi: la diſtance du Soleil au Méridien eſt pour lors de

30 dégrés, ſon log. ſinus ſera 976144,
qu'il faut additionner avec le log. ſinus de
45° 10′. 985074

Somme . . 1961218,

dont la ſouſtraction ſe trouve faite en retranchant la premiere unité; c'eſt la tangente de l'angle horaire cherché. Or ce nombre 961218 ſe trouve dans la Table le log. tangente de 22° 16′, qui eſt l'angle horaire de deux heures après Midi. C'eſt ainſi qu'il faut faire le calcul pour tous les angles horaires du Cadran vertical du Midi non déclinant.

152. L'axe de ce Cadran ſera poſé ſur la Méridienne, qui eſt en même temps la ſouſtylaire, lorſqu'il n'y a point de déclinaiſon, & ſon angle ſera égal au complément de l'élévation du pôle du lieu où ſe fait le Cadran. Nous expliquerons aſſez au long, vers la fin du Chapitre ſuivant, la maniere de poſer l'axe.

153. Le Cadran ſeptentrional non déclinant eſt celui que l'on décrit ſur un mur directement tourné vers le Nord ou Septentrion; c'eſt préciſément l'oppoſé du vertical méridional non déclinant, dont nous venons de parler. Sa deſcription eſt fort ſimple. Appliquez contre le mur un Cadran horiſontal, le centre en bas, & changez l'angle de l'axe ſur la Méridienne, parce qu'il ne doit pas être égal à l'élévation du pôle comme au Cadran horiſontal, mais au complément de cette élevation, comme au Cadran méridional vertical; les angles horaires ſeront les mêmes que ceux de ce dernier. *Pl. 9. Fig. 37.*

Ce Cadran ne pouvant être éclairé que lorſque le Soleil eſt dans la partie ſeptentrionale du Monde, c'eſt-à-dire, depuis l'Equinoxe du mois de Mars juſqu'à celui du mois de Septembre, on en retranchera toutes les heures qu'il ne peut pas marquer, ſçavoir, les 9, 10, 11, 12, 1, 2 & 3 heures, on

n'y laiſſera que les 4, 5, 6, 7 & 8 heures du matin, & les 4, 5, 6, 7 & 8 heures du ſoir. Celles du matin ſeront tracées du côté occidental du Cadran, c'eſt-à-dire, à la droite de celui qui regarde le Cadran, & les heures du ſoir à la gauche.

Ce Cadran ayant le centre en bas par ſa ſituation renverſée, ſon axe qui regarde en haut doit être poſé ſur la Méridienne, laquelle dans ce Cadran eſt la ligne de Minuit. Pour mieux concevoir la ſituation de l'axe, imaginez-vous que celui qui eſt plantê ſur le vertical méridional traverſe le mur de part en part, & a autant de ſaillie du côté du Septentrion que du côté du Midi. Cette diſpoſition de l'axe eſt celle du Cadran ſeptentrional. Cet axe, ſuppoſé prolongé à l'infini vers le Midi & du côté du Nord, en ligne droite, aboutiroit aux deux pôles du Monde. Telle doit être la ſituation ou la poſition des axes de tous les Cadrans.

154. Plus ſimplement encore; renverſez & tournez de haut en bas un Cadran vertical méridional, & vous aurez le vertical ſeptentrional. L'axe alors ſera dans ſa vraye poſition, & les angles horaires ſeront les mêmes; mais il faudra prolonger au-delà du centre les lignes horaires de ſept & huit heures du matin, pour avoir les ſept & huit heures du ſoir, & prolonger auſſi au-delà du centre les quatre & cinq heures du ſoir, pour avoir les quatre & cinq heures du matin. *Voyez la fig.* 37.

SECTION II.

Cadrans orientaux & occidentaux.

155. Les Cadrans oriental & occidental ſont tracés l'un & l'autre ſur le plan du Méridien du lieu; le premier regarde directement du

côté de l'Orient, & le ſecond du côté de l'Occident, ſans aucune déclinaiſon; c'eſt de quoi il faut bien s'aſſurer avant que de le tracer, par les méthodes que nous donnerons dans le Chapitre ſuivant. Voici donc la conſtruction géométrique du Cadran oriental.

156. Tirez la ligne horiſontale HR, & choiſiſſez ſur cette ligne le point que vous voudrez pour le pied du ſtyle P, dont le bout ſupérieur doit marquer les heures; on tirera une ligne EN qui paſſe par le point P, & qui faſſe avec la ligne HR un angle égal au complément de l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu. Cette ligne EN ſera l'Equinoxiale. Menez enſuite la ligne CA qui paſſe par le pied du ſtyle, & qui faſſe avec la ligne HR un angle égal à l'élévation du pôle, qui ſe rencontrera à angles droits avec l'Equinoxiale EN; la ligne CA ſera la ligne horaire de 6 heures du matin, & ſera auſſi la ſouſtylaire. *Pl. 9. Fig. 32.*

157. Après avoir tracé ces lignes, on tire les horaires de la maniere ſuivante. On prend ſur la ſouſtylaire CA le point A, autant éloigné que l'on voudra du point P, ſelon la grandeur que l'on donne au Cadran; autour de ce point A on décrit un demi-cercle, dont le rayon eſt d'une longueur arbitraire. On diviſe ce demi-cercle en douze parties égales, en commençant au point P, par lequel paſſe la ſouſtylaire; & enſuite du centre A du demi-cercle, on tire des lignes ponctuées qui paſſent par les points de diviſion du demi-cercle, & qui ſoient prolongées juſqu'à l'Equinoxiale EN; elles marqueront les points horaires ſur cette Equinoxiale: en tirant donc par ces points horaires des lignes paralleles à la ſouſtylaire CA, elles ſeront des lignes horaires, dont la ſouſtylaire ſera celle de 6 heures du matin. Les paralleles qui ſont au deſſus de la ſouſtylaire, marqueront les heures qui précedent la ſixieme, c'eſt-à-dire,

Pl. 9. Fig. 32. la cinquieme & la quatrieme ; & celles qui ſont au deſſous de la ſouſtylaire déſigneront les heures d'avant Midi, après la ſixieme.

158. Si on poſe un ſtyle ſur le point P, ou qu'on le plante ailleurs, mais de façon qu'étant recourbé, ſon ſommet ſoit perpendiculairement ſur le point P, & que ſa hauteur, c'eſt-à-dire, la diſtance depuis le point P juſqu'à ſon ſommet, ſoit égale à la diſtance que l'on a donnée depuis P juſqu'à A, le ſommet de ce ſtyle marquera les heures par ſon ombre. Mais ſi au lieu d'un ſtyle qui ne marque l'heure que par l'ombre de ſon ſommet, on veut y mettre un axe, ce qui ſera mieux; cet axe doit être parallele dans toute ſa longueur au plan du Cadran & à toutes les lignes horaires, c'eſt-à-dire, qu'il ne ſoit pas plus éloigné du plan du Cadran d'un bout que de l'autre. Quant à ſa hauteur, elle doit être la même que celle d'un ſtyle, dont le ſommet devroit atteindre dans le *Fig. 38.* centre de la groſſeur de l'axe, qui d'ailleurs doit être poſé à angles droits ſur la ligne de 6 heures, qui eſt la ſouſtylaire. La longueur de l'axe ſera arbitraire : on ne mettra point de ſtyle ſi on employe un axe; & cet axe tiendra dans le mur par un pied de même hauteur à chaque bout. On remarquera que l'axe ainſi poſé eſt parallele à l'axe du Monde. Ce Cadran ne peut marquer les heures que depuis le matin au lever du Soleil juſqu'à onze heures.

Si l'on veut y marquer les demi-heures ou les quarts, on diviſera chaque arc du demi-cercle en deux ou *Fig. 32.* en quatre parties égales, & enſuite par le point A *Fig. 34.* & par les diviſions du demi-cercle, on marquera, comme auparavant, les points horaires ſur l'Equinoxiale, ſur leſquels on tirera des paralleles aux autres lignes horaires que l'on diſtinguera des autres. Ces ſortes de Cadrans n'ont point de centre étant polaires, puiſqu'ils ſont dans le plan de l'axe du Monde.

159. Le Cadran occidental eſt préciſément le même, mais dans une ſituation renverſée ; au lieu d'y marquer les heures du matin, comme 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, il faudra mettre celles du ſoir, comme 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 & 8 heures. La ligne de 6 heures eſt toujours la ſouſtylaire ; on poſera l'axe dans une ſituation parallele à cette ligne. Si l'on traçoit un Cadran oriental ſur une feuille de papier huilé, & qu'étant tourné de l'autre côté, (mais non de haut en bas), on le regardât à travers le papier, on verroit un Cadran oriental tout tracé. *Pl. 9. Fig. 32. Fig. 34.*

160. Si l'on veut trouver les angles horaires par le calcul, après avoir tiré la ligne HR, CA & EN, qui eſt l'Equinoxiale, on trouvera les points horaires par le calcul ſans décrire le demi-cercle & ſans le diviſer. Il ſuffira de trouver les tangentes naturelles de chaque angle horaire ſur l'Equinoxiale, en cette ſorte. *Fig. 32. Fig. 34.*

Il faut toujours partir de la ligne de 6 heures CA qui paſſe par le point P, & dire ; la diſtance du Soleil depuis 6 heures juſqu'à 7 & juſqu'à 5 (qui précéde la ſixieme heure), eſt de 15 dégrés. On cherche dans les Tables la tangente naturelle de 15 dégrés, qui eſt 268, en retranchant les quatre derniers chiffres, on portera donc ſur l'Equinoxiale de part & d'autre du point P de 6 heures, la diſtance de 268 parties de l'échelle dont on ſe ſert, & on marquera les points horaires de 5 & de 7 heures. Je ſuppoſe ici que l'on donne au ſtyle ou à l'axe la hauteur de 1000 parties de la même échelle ; car ſi on n'en donnoit que 500 parties, il ne faudroit prendre que la moitié du nombre trouvé à la tangente ; & ſi l'on donnoit, par exemple, 2000 ou 3000 parties, on doubleroit ou tripleroit le nombre de la tangente. Pour faire la ſuite des angles horaires, on dira : la diſtance du Soleil depuis 6 heures juſqu'à 8 & à 4 eſt de 30 dégrés. Je trouve que la tangente naturelle de 30 dégrés eſt de 577, on la prend ſur l'é-

Pl. 9. Fig. 32. Fig. 34. chelle, & on la porte ſur l'Equinoxiale depuis le point P de part & d'autre, & on a les points horaires de 4 & de 8 heures. Pour 9 heures, la diſtance du Soleil depuis 6 heures juſqu'à 9 heures eſt de 45 dégrés, dont la tangente naturelle eſt de 1000 parties, on la porte ſur l'Equinoxiale, en partant toujours du point P. Pour 10 heures, la diſtance du Soleil de 6 heures juſqu'à 10 eſt de 60 dégrés, dont la tangente eſt de 1732, & ainſi des autres points horaires. Lorſqu'on les aura tous marqués ſur l'Equinoxiale, on tirera des paralleles à la ligne CA qui paſſent par ces points. Si on veut marquer les demi-heures & les quarts, on dira, par exemple : pour 7 heures & demie la diſtance du Soleil eſt de 22 dégrés 30 minutes; on cherchera la tangente naturelle de 22 dégrés 30 minutes, & on aura le point horaire de 7 heures & demie & de 4 heures & demie. Pour 6 heures & demie & pour 5 heures & demie, la diſtance du Soleil eſt de 7 dégrés 30 minutes; on en cherchera la tangente que l'on portera ſur l'Equinoxiale de part & d'autre du point P : on fera de même pour toutes les autres demi-heures, en ajoutant 7 dégrés 30 minutes à la diſtance du Soleil pour l'heure; pour les quarts on ajoutera 3 dégrés 45 minutes à la diſtance du Soleil. En un mot, on ſe conformera, comme on a vû, au Cadran horiſontal, excepté qu'au lieu de prendre la diſtance du Soleil au Méridien, on la prendra depuis 6 heures juſqu'à l'heure propoſée; en ſorte que s'il y a une heure depuis la ſixieme, la diſtance du Soleil eſt de 15 dégrés; s'il y en a deux, la diſtance du Soleil eſt de 30 dégrés, &c.

On voit ici que quoique nous appellions cette méthode la maniere de trouver les points horaires ſur l'Equinoxiale par le calcul, cependant il n'y en a point à faire; il ſe trouve tout fait dans la colomne des tangentes naturelles.

161. Nous

161. Nous dirons encore en paſſant que l'on pourroit fort bien employer cette même méthode pour le Cadran horiſontal ; elle eſt même conſeillée comme préférable à toutes les autres par pluſieurs ſçavans Auteurs : mais comme on eſt obligé de tracer l'Equinoxiale, qui eſt une ſuite de pluſieurs autres opérations, ſi cette Equinoxiale n'eſt pas bien préciſément tirée, comme il arrive bien ſouvent, tous les points horaires ſe trouveront faux. Nous penſons qu'un Cadran ſera d'autant plus juſte, qu'il y aura moins de lignes à tirer, & moins d'opérations à faire. Tirer des lignes avec préciſion & juſteſſe ; bien manier la regle & le compas, c'eſt une choſe plus rare qu'on ne penſe. Ainſi la méthode que nous avons donnée pour le Cadran horiſontal nous paroît la meilleure. Nous ſuivrons la même pour les verticaux déclinans, comme on le verra dans le Chapitre ſuivant.

SECTION III.

Le Cadran équinoxial & le polaire.

162. LE Cadran équinoxial eſt de deux eſpeces ; l'équinoxial ſupérieur & l'équinoxial inférieur. Celui-ci regarde le Midi, & le ſupérieur eſt tourné vers le Septentrion. Voici la maniere de tracer l'équinoxial ſupérieur.

Du centre C décrivez la circonférence AEBF de la grandeur qu'il vous plaira ; diviſez-la en quatre parties égales par les diametres perpendiculaires AB & EF ; diviſez chaque quart de cercle en ſix parties égales ; ce qui peut ſe pratiquer de la maniere ſuivante. *Pl. 9. Fig. 33.*

Ouvrez d'abord le compas de telle ſorte, que la

Pl. 9. Fig. 33. distance de ses deux pointes soit égale au rayon du cercle, & appliquez-en une sur le point E, & l'autre sur l'autre point désigné par G. L'arc EG entre ces deux points E & G sera la sixieme partie de la circonférence, ou la troisieme de la demi-circonférence, parce que la corde de la sixieme partie de la circonférence est égale au rayon; ensuite laissant une des pointes sur G, portez l'autre sur un autre point H de la demi-circonférence : elle sera partagée en trois arcs égaux EG, GH & HF, dont chacun sera la troisieme partie de la demi-circonférence. Après cela divisez chacun de ces arcs en deux parties égales à l'arc BG ou BH, la demi-circonférence sera coupée en six parties égales. Enfin si on divise encore par moitié chacune de ces parties, on aura la demi-circonférence divisée en douze parties égales.

Cette opération faite, tirez les lignes horaires du centre C à chaque point de division, & les prolongez au-delà du centre jusqu'à l'autre demi-circonférence, pour les heures seulement convenables avant la sixieme du matin & après la sixieme du soir. Fixez ensuite dans le centre du cercle un style de la hauteur que vous voudrez, bien perpendiculaire au plan du Cadran, & il sera fini.

163. Pour orienter ce Cadran, il faut le mettre en pente, de façon que le point A soit en haut, que la ligne AB soit bien parallele au Méridien du lieu, & le plan du Cadran bien parallele à l'Equateur, c'est-à-dire, qu'il faut que le dessus du Cadran qui doit regarder le Septentrion, soit élevé de maniere à faire un angle sur l'horison ou le niveau, égal au complément de l'élévation du pôle. Le Cadran ainsi disposé, aura son axe parallele à l'axe du Monde, & son ombre marquera les heures depuis le lever du Soleil jusqu'à son coucher, & cela de l'Equinoxe du mois de Mars jusqu'à celui du mois de Septembre : ce sera un équinoxial supérieur.

Pour avoir l'équinoxial inférieur, on le tracera de la même façon que le ſupérieur; mais on retranchera les heures avant les ſix heures du matin, & celles qui ſuivent les ſix heures du ſoir; parce que l'Equinoxial inférieur ne peut être éclairé que depuis l'Equinoxe de Septembre juſqu'à celui du mois de Mars, où le Soleil ne ſe leve jamais avant ſix heures du matin, & ne ſe couche jamais après ſix heures du ſoir. On peut faire d'une ſeule piece, & par un ſeul plan, un Cadran équinoxial ſupérieur ſur la ſurface ſupérieure, & un inférieur ſur la ſurface inférieure.

164. Pour être aſſuré que le Cadran équinoxial eſt poſé bien parallelement à l'Equateur, on pourra faire une piece de bois, ou encore mieux de pierre, & la tailler avec ſoin, pour qu'elle faſſe un angle égal au complément de l'élévation du pôle, poſer cette pierre de ſorte que ſon deſſous ſoit bien de niveau, & par deſſus poſer le Cadran équinoxial, de maniere que ſa ſurface ſoit tournée du côté du Septentrion. Du reſte, on prendra toutes les précautions que nous avons indiquées art. 146 & 148.

165. Le Cadran polaire eſt une eſpece de Cadran incliné; s'il eſt ſupérieur, il regarde le Ciel; s'il eſt inférieur, il regarde la Terre. Son plan eſt parfaitement parallele à l'axe de la Terre, & il ne peut jamais marquer les ſix heures du matin ni du ſoir; parce qu'alors l'ombre de ſon axe ou de ſon ſtyle, étant parallele au plan du Cadran, il ne peut pas y avoir d'ombre. Ce Cadran n'a point de centre, & les heures ſont paralleles entr'elles & à l'axe du Monde.

166. Pour décrire un Cadran polaire ſupérieur, *Pl. 9. Fig. 36.* tracez la ligne AB parallele à l'horiſon, & menez CEH perpendiculaire à AB. Tirez les lignes FG, FG, paralleles à AB; vous donnerez la diſtance qu'il vous plaira entre ces deux paralleles FG, FG, à l'égard de AB. Enſuite ſelon la longueur que vous voulez donner au Ca-

dran, choisissez le point D, duquel comme centre, prenant pour rayon DE, décrivez un quart de cercle que vous diviserez en six parties égales, & du point D vous menerez des lignes par chaque point de division du quart de cercle, & les prolongerez jusqu'à la ligne AB, sur laquelle vous aurez les points horaires. Tirez sur ces points horaires des lignes paralleles à CE, qui seront les lignes horaires. CE sera la Méridienne, & les autres lignes seront les horaires, comme l'on voit dans la figure.

167. Si l'on veut déterminer les points horaires par le calcul sur l'Equinoxiale AB, on suivra la méthode que nous avons donnée pour le Cadran oriental, art. 160. Le Cadran polaire inférieur se tracera de même que le supérieur; mais à l'inférieur on en retranchera les 9, 10, 11, 12, 1, 2 & 3 heures.

168. Si l'on veut faire marquer les heures par l'ombre du bout d'un style droit, il doit être posé au point D, & avoir, pour sa hauteur, la distance du point D à E. Si l'on veut y mettre un axe, il se posera sur la Méridienne CH; il sera également élevé des deux bouts, & sa hauteur sera égale à DE comme le style. *Fig. 39.*

169. Pour orienter le Cadran polaire supérieur, on fera convenir sa ligne Méridienne avec le Méridien du lieu; de sorte que le côté AF regarde l'Occident, & celui BG l'Orient. Il faut que le côté ou bord FCG soit plus élevé que le bord FHG; en sorte que le plan du Cadran fasse un angle égal à l'élévation du pôle, & qu'il soit bien de niveau de l'Orient à l'Occident. Le Cadran polaire inférieur s'orientera de même. *Fig. 36.*

CHAPITRE VI.

Cadrans verticaux déclinans.

IL importe beaucoup de bien entendre ce Chapitre. L'uſage des Cadrans verticaux déclinans eſt ſi ordinaire & ſi fréquent qu'on n'en fait preſque point d'autres. Il eſt extrêmement rare de trouver un mur parfaitement bien orienté; par conſéquent, on eſt très-ſouvent, & preſque toujours obligé de tracer un Cadran déclinant. Nous tâcherons de ne rien oublier pour en rendre la pratique la moins difficile qu'il ſera poſſible. Pour cela nous traiterons cette matiere aſſez au long, & avec une attention particuliere. Nous diviſerons ce Chapitre en cinq Sections: dans la premiere, nous donnerons la maniere de trouver la déclinaiſon du plan vertical; dans la ſeconde, la maniere géométrique de décrire le Cadran vertical déclinant du Midi ou du Septentrion; dans la troiſieme, nous enſeignerons à trouver par le calcul les angles horaires, & autres néceſſaires pour le même Cadran; dans la quatrieme, nous verrons comment il faut tracer le Cadran; & dans la cinquieme, nous décrirons la maniere de bien poſer l'axe.

SECTION PREMIERE.

Maniere de trouver la déclinaiſon des plans verticaux.

170. AVANT que de faire un Cadran vertical ſur un mur bâti à plomb, & le plan où doit être le Cadran étant bien préparé, comme nous l'avons

décrit art. 149. il eſt eſſentiel d'en connoître exactement la déclinaiſon. Toute la juſteſſe du Cadran dépend de-là ; ſi on manque cette déclinaiſon, le Cadran ſera certainement faux. Pour la trouver, on s'y prend ainſi.

Pl. 10. *Fig.* 40. Il faut commencer par planter le faux ſtyle (après en avoir ôté la plaque, de peur de caſſer quelque choſe) vers le haut du plan du Cadran, & vers le milieu, ſi l'on croit que le plan ne décline pas beaucoup. On appelle *faux ſtyle* l'inſtrument repréſenté par la figure 19. Mais ſi l'on croit que le plan ſoit conſiderablement déclinant, comme de 20, ou 40, ou 50 à 60 dégrés, on le plantera toujours en haut vers la droite, ſi l'on juge qu'il décline vers l'Occident ; & vers la gauche, ſi on croit qu'il décline vers l'Orient ; (ce ſera le contraire pour les plans du Nord). Si le plan eſt éclairé au lever du Soleil, & qu'il ceſſe de l'être avant le coucher, c'eſt une marque qu'il décline vers l'Orient : ce ſera le contraire, s'il eſt éclairé au coucher du Soleil, & qu'il ne le ſoit pas à ſon lever. Il faut, au reſte, être averti que nous appellerons toujours la *droite* en parlant du Cadran, ſon bord ou côté oriental, qui ſe trouve à la droite du ſpectateur. Le faux ſtyle doit être planté à peu près perpendiculaire au plan, ſa courbure regardant en bas. Il doit être bien fixe dans ſa place pour ne point riſquer d'être ébranlé facilement. On pourra le bien aſſurer avec des cales ou coins de bois. Il doit avoir une ſaillie convenable à la grandeur du plan, par exemple, environ 15 pouces, ſi le plan a quatre ou 5 pieds ; ou 2 pieds ou 30 pouces, ſi le plan a 10 à 12 pieds. Mais après tout, il faut obſerver que ſi l'on prend la déclinaiſon du plan en Eté, le faux ſtyle doit avoir moins de ſaillie qu'en Hyver, parce qu'en Eté l'ombre va plus loin & eſt plus longue ſur le plan vertical qu'en Hyver. Si le faux ſtyle eſt à couliſſe, on pourra le

fixer lorſque le Soleil éclairera le plan, & l'allonger ou le raccourcir, pour que le point d'ombre ou plutôt de lumiere ne ſorte pas du plan, lorſque le Soleil commence à l'éclairer, mais qu'il y ſoit au bord. On fixe à ce point le faux ſtyle. En général plus le faux ſtyle aura de hauteur, plus il y aura de préciſion dans les opérations. On appelle la *hauteur du ſtyle*, la diſtance perpendiculaire depuis ſon pied juſqu'à ſon ſommet.

171. Il s'agit préſentement de trouver le *pied du ſtyle* (68), opération qu'il importe beaucoup de faire exactement. Pour en venir à bout, on trace d'abord ſur le plan, non loin du ſtyle, la ligne AB dans quelque ſituation que ce ſoit, & ayant ouvert le compas d'environ une fois & demie, ou deux fois la hauteur du ſtyle, & tenant une pointe ſur ſon ſommet S, on marquera avec l'autre deux points A & B ſur la ligne A B, qui ſeront également éloignés du ſommet S du ſtyle. On partagera en deux parties égales cette ligne (31) par la perpendiculaire GF. On remettra une pointe du compas ouvert à peu près comme auparavant ſur le ſommet S du ſtyle, & avec l'autre pointe on marquera deux autres points G & F ſur la ligne GF, qui ſe trouveront auſſi également éloignés du ſommet du ſtyle. Trouvez enſuite exactement le milieu de la ligne GF au point P, qui ſoit à égale diſtance des points G & F; ce point P ſera le pied du ſtyle. *Pl.* 10. *Fig.* 40.

172. Autrement. Tracez un demi-cercle, dont le centre ſoit le ſommet du ſtyle, & dont le rayon ſoit d'une ouverture de compas à peu près comme celle qui a marqué les points précédens, un peu plus ou un peu moins n'eſt pas de conſéquence; cherchez le centre de ce demi-cercle (37): ce centre ſera le pied du ſtyle. Comme l'opération eſt importante, il eſt bon d'employer ces deux méthodes, & de les répéter au moins deux ou trois fois chacune par *Fig.* 40.

Pl. 10. différentes lignes & par différens rayons. Le tout
Fig. 40. doit donner le même point du pied du ſtyle ; ſi ce-
Fig. 41. pendant toutes ces opérations donnoient des points un peu différens, il faudroit prendre le milieu de tous ces points. Quand on ſera bien aſſuré du véritable point du pied du ſtyle, on y plantera un petit bout de cuivre ou de fer, qui ne ſorte pas plus que le plan, ſur lequel bout on fera un petit point avec un poinçon, préciſément à l'endroit qui eſt le véritable pied du ſtyle.

173. Pour chercher le pied du ſtyle, il faut en ôter la plaque, afin qu'elle n'empêche pas de poſer la pointe du compas ſur le ſommet du faux ſtyle. On obſervera d'appliquer légerement la pointe du compas ſur le ſommet du ſtyle, de peur de le faire fléchir. Dans cette opération le compas à verge eſt préférable au compas ordinaire ; elle en ſera plus exacte. On peut encore ſe ſervir d'une baguette de bois d'une longueur convenable, dans laquelle on enfoncera ſolidement à chaque bout une pointe de fer recourbée en ſens contraire. En un mot, on prendra toutes les précautions imaginables pour ne pas manquer cette opération fondamentale. Le moindre défaut d'exactitude dans la véritable poſition du pied du ſtyle, peut porter loin l'erreur dans la véritable déclinaiſon du plan. On ſe ſouviendra de ne marquer les lignes que légerement & finement avec la pointe du couteau ou du crayon, & ſeulement vers l'endroit où l'on croit que ſe trouvera le pied du ſtyle.

174. Le pied du ſtyle trouvé, on mettra dans le mur un cloud quelques pouces au deſſus du pied P, en ſorte que la ſoye d'un plomb ſuſpendu à ce cloud paſſe devant le pied du ſtyle, & deſcende juſqu'au bas du plan, où doit être un vaſe de fer blanc, ou un gobelet plein d'eau ou d'huile appliqué contre le mur, dans lequel vaſe on plongera le plomb, ſans pou-

tant qu'il touche au fond, pour le fixer & empêcher que le vent ne l'agite. Le plomb ainſi fixé, on s'éloignera de deux ou trois pieds de la muraille, & l'on ſe placera de maniere, qu'ayant un œil fermé, le fil du plomb cache le pied du ſtyle. L'œil reſtant à cette place on fera marquer, le plus bas que l'on pourra, un point ſur le plan, qui ſoit caché par la ſoye du plomb, en même temps que le pied du ſtyle. La ligne que l'on menera par le pied du ſtyle, & par le point que l'on aura marqué ſur le bas du plan, ſera la verticale PD du plan. Comme il faut que la ſoye & le plomb ſoient un peu éloignés de la muraille, parce que le plomb a une certaine groſſeur, & qu'il faut qu'il ne touche à rien, on a lieu en même temps, d'appliquer verticalement au deſſous de la ſoye une regle, dont le bout ſupérieur ſoit ſur le pied P du ſtyle, & le reſte de la regle dans la même ligne que le plomb. La regle ainſi fixée, on tirera la verticale PD du plan avec la pointe d'un couteau. *Pl.* 10. *Fig.* 41.

175. Après avoir tiré la verticale du plan, on tirera l'horiſontale HR. Pour cela on appliquera horiſontalement une regle parfaitement droite, auſſi longue que le plan, & dont le bord ſupérieur paſſe ſur le pied P du ſtyle; on poſera ſur cette regle un bon niveau d'air: après avoir hauſſé ou baiſſé l'un ou l'autre bout de la regle, juſqu'à ce que la bulle d'air du niveau ſoit arrêtée au milieu, & que d'ailleurs le bord ſupérieur de la regle paſſe ſur le pied P du ſtyle, on retournera le niveau, on le repoſera au même endroit de la regle; ſi la bulle d'air revient encore au milieu, & qu'elle s'y arrête, la regle eſt aſſurément bien de niveau. On tirera pour lors avec la pointe du couteau une ligne HR d'un bout à l'autre, qui paſſe par le pied P du ſtyle: mais il faut faire couler le couteau horiſontalement le long du bord ſupérieur de la regle, en ſorte qu'il touche ſur toute

Pl. 10. *Fig.* 41. ſon épaiſſeur ſans donner au couteau aucune pente vers le haut ni vers le bas : car ſi on appliquoit la pointe du couteau ſeulement ſur l'arête qui eſt du côté du plan, la ligne que l'on tireroit ne ſeroit pas droite aux endroits un peu enfoncés qui peuvent ſe trouver ſur le plan. C'eſt une regle générale qu'il faut obſerver toutes les fois que l'on tire des lignes ſur un mur ; car ils ne ſont jamais parfaitement plans. Si on n'a pas un niveau d'air, il faudra ſe ſervir d'un autre fait avec beaucoup de ſoin & vérifié. On pourroit auſſi tirer l'horiſontale du plan de la même maniere que l'on tire une perpendiculaire ſur une autre ligne (32) ; car l'horiſontale eſt perpendiculaire à la verticale.

176. On meſurera la hauteur du ſtyle en mettant *Fig.* 40. une pointe de compas ſur le ſommet S : on l'ouvrira juſqu'à ce que l'autre pointe touche ſur le pied P du ſtyle ; ou mieux, avec le compas à verge. On tournera une de ſes boëtes, faiſant en ſorte qu'une de ſes pointes affleure le bout de la verge. On poſera cette pointe ſur le pied P du ſtyle, & on fera couler l'autre boëte juſqu'à ce que ſa pointe ſoit préciſément dans le point du ſommet du ſtyle. On écrira ſur un papier le nombre des parties que l'on trouvera ſur le compas à verge. On portera cette diſtance de la hauteur du ſtyle vers le bas de la verticale depuis le pied P du ſtyle, & on y marquera une interſection D, au milieu de laquelle on plantera un bout de cuivre ou de fer ; en ſorte qu'il affleure le plan, comme l'on a fait au pied du ſtyle : on marquera le même point D au milieu de l'interſection au moyen d'un poinçon. On obſervera que lorſque l'on aura pris la hauteur du ſtyle, d'appliquer une regle qui paſſe ſur le pied P, pour ſçavoir ſi cet endroit du plan eſt un peu plus enfoncé que le reſte ; en ce cas, il faudroit augmenter d'autant

à la hauteur du ſtyle. S'il eſt plus relevé, il faudra diminuer quelque choſe de la hauteur trouvée du ſtyle. Cette réduction faite, on portera cette hauteur ſur la verticale PD. Ce point D s'appelle le *centre diviſeur de l'horiſontale.* *Pl.* 10. *Fig.* 41.

177. Ces opérations étant faites avec tout le ſoin poſſible, on trouvera la déclinaiſon du plan, comme s'enſuit. Nous commencerons par la plus ſimple méthode. Suppoſons que la ligne HR ſoit l'horiſontale du plan; P, le pied du ſtyle; PD, la verticale du plan; D, le centre diviſeur de l'horiſontale.

Si on eſt aſſuré du moment de Midi, il faut, à cet inſtant, marquer un point F ſur le plan au milieu du centre de l'ovale de lumiere, qui part du trou de la plaque. Enſuite au moyen d'un plomb ſuſpendu par un fil, que l'on appliquera ſur l'horitale HR, en ſorte que le point de lumiere F ſoit caché par le fil, on marquera un point L ſur l'horiſontale. Si l'on tire une ligne du centre diviſeur D au point L, l'angle PDL ſera la déclinaiſon du plan.

178. On peut s'aſſurer du moment de Midi, ou par une Méridienne horiſontale, que l'on aura décrite exprès dans le voiſinage du Cadran vertical, par la méthode que nous donnerons dans la ſuite; ou par un Cadran de la juſteſſe duquel on ſera certain, quand même ce Cadran ſeroit à quelque diſtance, pourvû que l'on ait une bonne montre, que l'on mettra ſur le Cadran, par exemple, à 11 heures, ou 11 heures & demie; ou par une pendule que l'on ſçait être bien juſte, & miſe à l'heure du Soleil, &c. ou bien encore par l'art. 361. ci-après.

179. Pour trouver la valeur de l'angle PDL, on s'y prendra de la maniere ſuivante: on appliquera ſur le point D le centre du demi-cercle, qui eſt ordinairement dans les étuis de Mathématique; en ſorte que ſa ligne diametrale ſoit le long de DP, & on

Pl. 10. *Fig.* 41. verra à quel dégré du demi-cercle répond la ligne DL ; ce ſera la valeur de l'angle.

Autrement, avec le compas de proportion. On fera un arc GP auſſi loin que l'on pourra de ſon ſommet D, (pourvû que l'on ne paſſe point la portée du compas de proportion), & on portera cette même ouverture du compas ordinaire ſur la ligne des cordes aux points 60 & 60, ouvrant pour cet effet le compas de proportion autant qu'il le faudra, lequel demeurant ainſi ouvert, on prendra avec le compas à pointes la diſtance des deux points P & G, où l'arc a coupé les deux côtés de l'angle ; on la portera ſur le compas de proportion, ſur lequel on cherchera les points ſur la ligne des cordes, où cette diſtance pourra convenir ; ce ſera la valeur de l'angle.

180. Comme on ne peut pas connoître préciſément ſur le demi-cercle, ni ſur le compas de proportion les minutes des dégrés qui peuvent être dans la valeur de l'angle, il ſera bon d'uſer de la méthode ſuivante. On marquera un point depuis D vers P ſur la ligne DP. Nous ſuppoſons que ce point eſt B, & que le point D eſt éloigné de B de 1000 parties de l'échelle des parties égales, ou de 2000 ou 3000 parties ; car il faut faire ce point B à pareille diſtance juſte du point D. On tirera une parallele à l'horiſontale de B à E, qui coupe le côté DL au point E. On meſurera le côté BE avec le compas à verge ou autrement, & on verra combien il contient de parties. Je ſuppoſe qu'il en contienne 478. Je cherche dans la Table, à la colomne des tangentes naturelles, à quel dégré convient ce nombre 478. Je trouve que c'eſt à 25 dégrés 33 minutes. L'angle PDL eſt donc de 25° 33′, en ſuppoſant que la diſtance de D à B eſt de 1000 parties : mais s'il eſt de 2000 parties, cet angle ne ſera que la moitié de 25° 33′, qui eſt 12° 46′ & demie. Si la diſtance de D à P, que nous appellerons toujours rayon, eſt de 3000 par-

ties, l'angle PDL ne ſera que le tiers de 25° 33′, qui eſt 8° 31′; ce ſera l'angle cherché PDL. *Pl.* 10. *Fig.* 41.

181. Mais il ſera encore mieux de trouver la valeur de l'angle PDL par le calcul; ce qui ſe fera par l'analogie ſuivante.

Le côté DP
eſt au côté PL,
comme le ſinus total
eſt à la tangente de l'angle PDL.

On meſurera avec l'échelle des parties égales le côté DP, que nous ſuppoſerons être de 2256 parties. Le côté PL étant auſſi meſuré, ſera ſuppoſé contenir 845 parties; voilà les deux premiers termes de l'analogie. Il faut additionner le ſecond avec le troiſieme. Je cherche le log. du nombre naturel 845, c'eſt 292686,
que j'additionne avec le ſinus total, 3^e^ terme 1000000

Somme . . . 1292686,
dont il faut ſouſtraire le log. du nombre naturel 2256: c'eſt . . . . . 335334.

Reſte . . . 957352,
qui eſt le log. tangente de 20° 32′; c'eſt la valeur cherchée de l'angle PDL, qui donne la déclinaiſon du plan.

Remarquez que dans la pratique il n'eſt pas néceſſaire de tirer réellement la ligne DL ni celle LF. Le point L ſuffit.

182. Cette méthode de prendre la déclinaiſon du plan eſt bien ſimple & très-ſûre, en ſuppoſant une grande exactitude dans l'heure vraye du Midi, & que le plan ſur lequel on a marqué le point de lu-

Pl. 10. *Fig.* 41. miere eſt parfaitement dreſſé, ſurtout où on a marqué ce point de lumiere; ce qui n'eſt pas ordinaire. Ce n'eſt pas d'ailleurs une petite affaire de tracer, comme il faut, la Méridienne horiſontale, dont nous avons parlé, pour être aſſuré du moment vrai du Midi. Il eſt difficile de trouver un plan horiſontal d'une grandeur convenable, & parfaitement bien dreſſé, pour tirer avec préciſion cette Méridienne horiſontale. Il ſe trouve peu de jours en certains temps de l'année où, lorſqu'on ſe propoſe de tracer cette Méridienne, le Soleil éclaire ſans diſcontinuer toute la journée. Ces inconvéniens & bien d'autres que nous ne détaillons point, font deſirer une autre méthode de trouver la déclinaiſon du plan ſans être aſſujetti à aucune circonſtance; c'eſt celle que nous allons donner: elle eſt la plus avantageuſe, la plus commode & la plus ſûre. On la trouvera ſans doute au premier abord difficile & fort compoſée, y ayant beaucoup de calcul à faire; mais quand on y ſera une fois initié, & qu'on l'aura conçu, on ne l'aura pas pratiquée quatre ou cinq fois qu'on ſera ſurpris d'y trouver tant de facilité: d'ailleurs on aura la ſatisfaction de ſentir que l'on travaille avec tout le ſuccès que l'on peut ſouhaiter. Comme on aura toujours préſent ce modele, on n'y trouvera pas les difficultés qui auroient pû rebuter. Voici donc cette méthode.

183. Dès le matin, lorſque le Soleil éclaire le plan, & que l'ovale de lumiere y eſt bien diſtincte, on marquera un point F à ſon centre. Mais il faut remarquer que ſi l'on ſouhaite une plus grande préciſion, il vaut mieux faire avec le crayon un trait léger autour de cette ovale; on fera cette opération promptement, parce que cette ovale de lumiere change continuellement de place. Abſolument parlant, le centre de cette ovale de lumiere n'eſt point véritablement & rigoureuſement le point d'ombre

du bout ou ſommet du ſtyle : mais il en eſt fort près ; *Pl.* 10. & pour prouver ce que j'avance, on peut obſerver *Fig.* 41. que quoique la plaque ſoit ronde, & que le trou ſoit bien à ſon centre, cependant la petite ovale de lumiere ne ſe trouve pas au milieu de l'ombre de la plaque ; ainſi il convient d'y avoir égard. Quand on verra donc que l'ovale de lumiere ſera beaucoup éloignée du milieu de l'ombre de la plaque ; ce qui ſera toujours lorſque l'ovale ſera fort allongée, pour lors on ne marquera pas le point ſur le plan juſtement au milieu, mais tant ſoit peu à côté en tirant toujours vers l'endroit, où l'ombre de la plaque eſt la plus étroite. On obſervera encore de ne rien marquer ſur le plan, à moins que le Soleil n'éclaire parfaitement, & que ces rayons ne ſoient bien vifs.

184. Lorſque l'on aura marqué un point F ſur le plan, demi-quart-d'heure après ou environ l'on en marquera un autre, & ainſi de demi-quart-d'heure en demi-quart-d'heure, on marquera des points juſques vers les onze heures. Vers une heure après Midi on recommencera à marquer des points de demi-quart-d'heure en demi-quart-d'heure, juſqu'à ce que le Soleil n'éclaire plus le plan. Il eſt bon de marquer ainſi ſur toute l'étendue du plan environ 15 ou 20, ou 25 points ; plus on en marque, plus on a de préciſion dans la vraye déclinaiſon du plan. Il eſt néceſſaire de mettre un numéro à chaque point que l'on marque ; au premier il faut mettre 1 ; au ſecond 2, & ainſi de ſuite : après Midi le premier point que l'on marque doit être numéroté 1 ; le ſecond 2, & toujours de même. Cela ne ſuffit pas encore. Il faut avoir une montre qui ſoit à l'heure, au moins à un quart-d'heure près, & marquer ſur chaque point l'heure qu'il eſt à la montre, à l'inſtant même qu'on le marque ; on écrira enſuite ſur un papier le jour qu'on marque tous ces points.

Si le Soleil ne paroît qu'à certains temps de la

Pl. 10. *Fig.* 41. matinée, on ne marquera des points que lorſque le Soleil éclairera ; il n'eſt pas néceſſaire qu'ils ſoient marqués de ſuite : on peut le faire en des jours différens ; ne marquer qu'un point la matinée & 4 ou 5 l'après Midi, ou aucun l'après Midi & pluſieurs la matinée ; & tout cela, ſi l'on veut, en des jours differens : pourvû que les jours & les heures où l'on prend les points ſoient écrits, ils ſeront tous fort bons.

185. Tous les points étant marqués, on les meſurera ainſi : ſuppoſons que F ſoit un de ces points. Par le moyen d'un plomb ſuſpendu par un fil, on tirera la verticale LF, qui coupe l'horiſontale HR au point L, & l'on marquera ſur ce point L le même numéro que l'on aura marqué ſur le point F ; on fera la même opération ſur tous les autres points, en écrivant toujours ſur chacun le numéro correſpondant, de même qu'au point L. Enſuite on prendra la même feuille de papier où l'on a écrit le nombre des parties de la hauteur du ſtyle, & on y écrira deux colomnes des numéros, fort écartées l'une de l'autre. A la tête de l'une on écrira MATIN, & à la tête de l'autre on écrira SOIR. On commencera par meſurer le premier point du matin marqué 1, en prenant la diſtance de F à L avec le compas à verge, ou l'échelle des parties égales, & on écrira le nombre des parties qui s'y trouvera ſur la feuille de papier, après le numéro 1. Enſuite on meſurera la diſtance de D à L, & on écrira ce nombre vis-à-vis du même numéro 1 ſur la feuille de papier, & on y ajoutera l'heure qu'il étoit, lorſqu'on a pris ou marqué le point de lumiere. Nous ſuppoſons que c'eſt le premier point du matin. Peu importe, au reſte, quel numéro on mette à chaque point. Que l'on mette, par exemple, 6 ſur le premier qui a été pris le matin, cela ne fait rien. Nous diſons ainſi ;

ſeulement

ſeulement pour faire voir qu'il eſt néceſſaire de faire tout ceci avec ordre, pour ne rien confondre. Il eſt pourtant eſſentiel de mettre ſous une même colomne tous les points du matin, & ſous une autre colomne tous les points du ſoir. Comme il y a deux meſures à prendre pour chaque point, ſçavoir, FL & DL, il ne faut pas riſquer de confondre l'une de ces deux meſures avec l'autre. Au reſte, chacun s'arrangera ſelon l'ordre qu'il jugera le plus commode: pourvû qu'il y en ait un, cela ſuffit. *Pl.* 10. *Fig.* 41.

C'eſt ainſi que l'on meſurera tous les points, dont on écrira toutes les diſtances, diſtinguant toujours la premiere meſure FL de la ſeconde DL ſur chaque point. S'il y a des points qui ayent été pris en des jours différens, il faut écrire cette différence ſur le papier.

Quoique l'on voye ſur la figure les deux lignes FL & DL, il ne faut pas les tracer réellement ſur le plan; il ſuffit de marquer le point L ſur l'horiſontale, pour chaque point de lumiere.

186. Après que l'on a écrit toutes les meſures dont nous venons de parler, il faut, par leur moyen, trouver deux angles que chaque point de lumiere a donnés; l'un, l'angle que faiſoit le vertical du Soleil avec le plan vertical, dans le moment où l'on a marqué le point de lumiere; & l'autre, l'angle de la hauteur du Soleil ſur l'horiſon dans le même moment où l'on a marqué le point de lumiere. On trouvera le premier par l'analogie ſuivante.

L'oblique DL
eſt à la hauteur du ſtyle DP,
comme le ſinus total
eſt au ſinus de l'angle PLD,

qui eſt celui du vertical du Soleil avec le plan vertical.

Pl. 10. *Fig.* 41. Suppoſons que l'oblique DL, premier terme, ait 3595 parties; la hauteur du ſtyle DP 1726, ſecond terme. Le troiſieme eſt le ſinus total. Il faut donc additionner le ſinus total. 1000000
avec le log. du nombre naturel 1726, qui eſt. 323704

Somme . . . 1323704

de laquelle il faut ſouſtraire le log. de 3595, qui eſt. 355570

Reſte . . . 968134

qui eſt le log. ſinus de 28° 42′; c'eſt l'angle du vertical du Soleil avec le plan vertical dont il faut prendre le complément, qui eſt 61° 18′.

187. Le ſecond angle qu'il faut trouver par les meſures que l'on a priſes ſur ce même point de lumiere eſt celui de la hauteur du Soleil; pour cela on fera l'analogie ſuivante.

L'oblique DL
eſt à FL,
comme le ſinus total
eſt à la tangente de la hauteur du Soleil.

Nous connoiſſons déjà le premier terme, qui eſt le même que celui de l'analogie précédente. Suppoſons que FL, qui eſt le ſecond terme, ait 2828 parties, dont il faut trouver le log. qui eſt. . . . 345148
log. ſinus total, 3ᵉ terme. 1000000

Somme . . . 1345148

log. du nombre 3595, premier terme qu'il faut ſouſtraire. 355570

Reſte . . . 989578

qui eſt le log. tangente de 38°11′; c'eſt l'angle de la hauteur du Soleil. *Pl. 10. Fig. 41.*

188. La hauteur du Soleil ſur l'horiſon n'eſt pas réellement telle que nous venons de la trouver. Les rayons du Soleil ſe courbent en venant de cet aſtre, & en traverſant l'atmoſphere; ce qui le fait paroître un peu plus élevé qu'il n'eſt effectivement. C'eſt ce que l'on appelle *réfraction*, à laquelle il faut avoir égard. On trouvera à la fin de ce Traité une Table des réfractions ou des augmentations cauſées dans la hauteur apparente du Soleil. Elle eſt la même que celle du livre de la Connoiſſance des Temps. On trouvera donc dans cette Table, vis-à-vis 38 dégrés, (qui eſt l'angle de la hauteur du Soleil dans notre exemple), on trouvera, dis-je, une minute 15 ſecondes; cela veut dire que le Soleil étant élevé de 38° 11′, il paroît plus élevé d'une minute 15 ſecondes, qu'il ne l'eſt réellement; ainſi il faut retrancher de 38° 11′, une minute pour la réfraction. La véritable hauteur du Soleil eſt donc de 38° 10′ : nous négligeons les ſecondes.

Nous venons donc de reconnoître dans le point de lumiere, qui a été marqué ſur le plan, deux angles, l'un du vertical du Soleil avec le vertical du plan de 28° 42′, dont il faut toujours prendre le complément, qui eſt 61° 18′; & le ſecond angle, (qui eſt celui de la hauteur du Soleil, ſouſtraction faite de la réfraction), eſt de 38° 10′, dont auſſi il faut toujours prendre le complément 51° 50′. C'eſt ce complément de la hauteur du Soleil, que l'on appelle *la diſtance du Soleil au Zénit*. Il s'agit de faire uſage de ces deux angles pour trouver la déclinaiſon du plan; mais nous avons beſoin pour cela de connoître auparavant la déclinaiſon du Soleil.

189. Nous avons dit quelque choſe (57, 58), de la déclinaiſon du Soleil; nous en donnerons des Tables

Pl. 10. pour tous les jours de l'année à la fin de ce Traité.
Fig. 41. Nous en expliquerons particulierement l'uſage en ſon lieu : nous remarquerons ſeulement que ſuppoſant le point de lumiere F pris le 28 Août 1758, laquelle année 1758 eſt la ſeconde après la biſſextile, il faut chercher à la ſeconde Table de la déclinaiſon quelle eſt la déclinaiſon du Soleil le 28 Août. Nous trouvons qu'elle eſt de 9° 41′ à Midi : nous ſuppoſons le point F pris à 9 heures du matin. Afin de ſçavoir quelle eſt la déclinaiſon du Soleil à 9 heures du matin, je remarque que la déclinaiſon du Soleil eſt décroiſſante, puiſque le jour d'auparavant elle étoit de 10° 2′ : je dis donc ſi du Midi du 27 Août juſqu'au Midi du 28, c'eſt-à-dire, dans 24 heures la déclinaiſon du Soleil a diminué de 21 minutes, (car de 9° 41′ aller à 10° 2′, il y a 21′), de combien doit-elle diminuer dans 21 heures, nombre des heures qui ſe ſont écoulées depuis le Midi du 27 juſqu'à 9 heures avant Midi du lendemain ? On voit parlà qu'il faut faire une petite regle de trois, & dire 24 heures ſont à 21 heures, comme 21 minutes de dégré eſt au quatrieme terme. Il faut multiplier les deux termes moyens l'un par l'autre, qui ſont 21

& 21
21
21
42

Somme 441, qu'il faut diviſer par 24, qui eſt le premier terme.

4
209
441 | 18 minutes ; c'eſt le quatrieme terme
244
2

cherché ; c'eſt-à-dire, qu'au lieu de diminuer dans

la déclinaiſon du Soleil les 21′ de 10° 2′, il n'en faut diminuer que 18′; ainſi ôtant 18′ de 10° 2′, reſte 9° 44′, qui eſt la véritable déclinaiſon du Soleil le 28 Août 1758 à 9 heures du matin. Remarquez que ſi la déclinaiſon du Soleil alloit en croiſſant, au lieu de ſouſtraire, il faudroit ajouter & expoſer ainſi la regle de trois. Si dans 24 heures la déclinaiſon du Soleil a augmenté de 21′, de combien aura-t-elle augmenté dans 21 heures. On trouvera également 18 au quotient, que l'on ajoutera à la déclinaiſon du jour précédent, au lieu que dans notre exemple nous avons diminué ces 18′ du jour précédent. La déclinaiſon du Soleil ainſi expliquée, nous ferons le calcul ſuivant pour trouver l'angle du vertical du Soleil avec le Méridien.

190. Ajoutez enſemble les trois choſes ſuivantes :

1°. Le complément de la latitude que nous ſuppoſons de.	45°	10′
2°. La diſtance du Soleil au Zénit, qui eſt le complément de la hauteur du Soleil que nous avons déjà trouvée de 38° 10′, dont le complément eſt	51°	50′
3°. La diſtance du Soleil au pôle du Nord, qui eſt le complément de la déclinaiſon du Soleil, ſi cette déclinaiſon eſt ſeptentrionale, comme dans le cas préſent; car ſi elle eſt méridionale, il faut l'ajouter à 90°: la ſomme eſt la diſtance du Soleil au pôle du Nord. Nous avons vû que la déclinaiſon du Soleil, dans notre exemple, eſt de 9° 44′, & ſeptentrionale: ſon complément eſt donc .	80°	16′
Somme . . .	177°	16′
Prenez la moitié de cette ſomme, qui ſera	88°	38′
ôtez de cette moitié, 1° le compl. de la lat.	45°	10′
Reſte . . .	43°	28′

qui eſt le premier excès.

2°. Otez de la même moitié de la ſomme la diſtance du Soleil au Zénit, que nous avons dit être 51° 50′ . . . . . 88° 38′
51° 50′

Reſte . . . 36° 48′

qui eſt le ſecond excès.

3°. Otez de la même moitié de la ſomme la diſtance du Soleil au pôle, que nous avons dit être 80° 16′ . . . . . 88° 38′
80° 16′

Reſte . . . 8° 22′

qui eſt le troiſieme excès.

Ajoutez enſemble les log. ſinus de ces trois excès pour en avoir la ſomme. 43° 28′ . 983755
36° 48′ . 977744
8° 32′ . 916289

Otez-en le log. ſinus de la moitié de la premiere ſomme, 88° 38′; c'eſt . Somme 2877788
999988

Reſte . . . 1877800

Prenez-en la moitié, qui eſt 938900
ajoutez le log. ſinus total 1000000

ôtez de cette derniere ſomme 1938900
le log. ſinus du troiſieme excès 8° 22′, qui eſt 916289

Reſte . . . 1022611

qui eſt le log. tangente de 59° 17′; c'eſt la moitié de l'angle requis. Il faut doubler ce nombre des dégrés, qui feront 118° 34′. Comme 118° 34′ ſurpaſſent 90°, il faut en prendre le ſupplément, c'eſt-à-dire, les ſouſtraire de 180°: il reſtera 61° 26′;

c'eſt l'angle cherché du vertical du Soleil avec le Méridien.

Remarquez que ſi la moitié de la premiere ſomme, qui eſt ici de 88° 38′, ſurpaſſoit 90°, il faudroit également faire le calcul, comme nous venons de le faire, ſans prendre ſon ſupplément, ſi ce n'eſt lorſqu'on eſt obligé d'avoir ſon log. ſinus.

Remarquez encore que ſi la moitié de l'angle du vertical du Soleil étant doublé, comme nous avons fait, ne ſurpaſſoit pas 90°, il ne faudroit prendre ni ſon complément, ni ſon ſupplément.

191. L'angle du vertical du Soleil avec le Méridien étant trouvé, & qui eſt dans notre exemple de 61° 26′, il faut le comparer avec le complément de l'angle déjà trouvé du vertical du Soleil avec le plan vertical, que nous avons vû être de 61° 18′; il faut ſouſtraire l'un de l'autre: le reſte ſera la déclinaiſon du plan. Ici il ne reſte que 8 minutes; c'eſt-là toute la déclinaiſon du plan. Si pourtant le point de lumiere ſe trouvoit entre la verticale du plan & la Méridienne, la ſomme de ces deux angles ſeroit la déclinaiſon du plan. Il faut préſentement ſçavoir ſi cette déclinaiſon eſt du côté de l'Orient ou du côté de l'Occident.

192. Le point de lumiere ayant été pris le matin, ſi le complément de l'angle du vertical du Soleil avec le plan vertical eſt plus petit que celui du vertical du Soleil avec le Méridien, la déclinaiſon du plan ſera orientale de toute la quantité dont le ſecond ſurpaſſera le premier. Si le premier angle, c'eſt-à-dire, celui du complément du vertical du Soleil avec le plan vertical, eſt plus grand que le ſecond, la déclinaiſon du plan ſera occidentale.

Si le point de lumiere a été pris l'après Midi, la déclinaiſon du plan ſera occidentale, ſi le premier angle eſt plus petit que le ſecond; mais ſi le pre-

mier angle eſt plus grand que le ſecond, la déclinaiſon du plan ſera orientale.

193. Nous trouvons dans notre exemple que le premier angle, complément du vertical du Soleil avec le plan vertical eſt de 61° 18′; celui du vertical du Soleil avec le Méridien eſt de 61° 26′: donc le premier étant plus petit que le ſecond, & le point de lumiere ayant été pris le matin, la déclinaiſon du plan ſera orientale, & de 8 minutes ſeulement. Si les deux angles ſe trouvoient égaux, le plan n'auroit point de déclinaiſon.

194. Les regles que nous venons de donner, art. 192. pour découvrir de quel côté eſt la déclinaiſon du plan, ſont pour les plans qui regardent obliquement le Midi; mais pour ceux du Nord, il faut prendre le contraire. A l'égard des plans qui ſont preſque orientaux ou occidentaux, c'eſt toujours la même maniere d'en trouver la déclinaiſon. Avant que d'y tracer un Cadran, il faut s'aſſurer s'ils ne déclinent point.

195. On ſent bien qu'un ſeul point de lumiere pris à quelque heure que ce ſoit, ſuffit pour trouver la déclinaiſon du plan par le calcul, comme nous venons de le voir, & qu'on l'a même plus exactement que par la méthode de l'art. 177. Cependant pour ne rien négliger de tout ce qui peut rendre le Cadran parfait, il eſt encore néceſſaire de faire le même calcul ſur chaque point que l'on a marqué ſur le plan. On trouve toujours que chaque point donne une déclinaiſon un peu différente; ce qui prouve non ſeulement l'imperfection du plan, mais encore la néceſſité de prendre un nombre conſiderable de points, pour faire tout le calcul précédent ſur chacun. Si on en a pris 20 ou 30, que l'on ait fait le calcul ſur tous, & que la plûpart, ou peut-être tous, ayent donné une déclinaiſon différente, l'un, par exemple, 8′ de déclinaiſon, l'autre 4, l'autre 6, l'au-

tre 12, l'autre 0, l'autre 7, &c. il faut additionner enſemble toutes ces déclinaiſons, & diviſer la ſomme par les 20 ou 30 opérations que l'on a faites, quand même il y en auroit qui n'auroit donné aucune déclinaiſon : le quotient donnera la véritable déclinaiſon du plan. Si cependant quelque point avoit donné une déclinaiſon fort différente, il faudroit la rejetter, & ne pas la faire entrer dans l'addition des autres, ni dans la diviſion, parce qu'aſſurément il y auroit quelque erreur.

196. Nous donnerons encore un exemple différent du calcul précédent, pour trouver la déclinaiſon des plans, afin qu'on ne trouve aucune difficulté. Par celui-ci on verra une déclinaiſon beaucoup plus conſidérable. Nous ne répéterons point le calcul des deux analogies des articles 186 & 187, pour trouver l'angle du vertical du Soleil avec le plan vertical, & celui de la hauteur du Soleil. Il eſt ſi ſimple & ſi facile, qu'il n'eſt pas néceſſaire d'en donner un autre exemple.

Nous ſuppoſons que la premiere analogie nous a fait trouver l'angle du vertical du Soleil avec le plan vertical de 68° 10′, dont le complément eſt 21° 50′. Nous ſuppoſons que la ſeconde analogie nous a donné l'angle de la hauteur du Soleil, à l'inſtant où l'on a marqué le point de lumiere de 4° 47′, dont il faut ôter la réfraction. On trouve dans la Table des réfractions que le Soleil ayant 4° 47′ de hauteur, ou 5°, il faut en ôter 10′, reſte donc 4° 37′ pour la hauteur véritable du Soleil, dont le complément ſera 85° 23′.

197. Nous ſuppoſons que le point de lumiere a été marqué le 10 Novembre 1758, à 4 heures & demie ou environ du ſoir. Ce jour-là, (ainſi que l'on trouve dans la 2ᵉ Table de la déclinaiſon du Soleil,) la déclinaiſon du Soleil à Midi eſt de 17° 14′ & méridionale. On remarquera que la déclinaiſon va en

croiſſant, c'eſt-à-dire, que le lendemain elle eſt plus grande, puiſqu'elle eſt de 17° 31′. La déclinaiſon du Soleil a donc augmenté dans 24 heures de 17 minutes. Et comme le point de lumiere a été marqué à 4 heures & demie du ſoir, il faut donc ajouter aux 17° 14′ de déclinaiſon telle quelle étoit à Midi, 3 minutes, ce que le Soleil a avancé de plus à 4 heures & demie. Cela fera 17° 17′ de déclinaiſon du Soleil le 10 Novembre 1758, à 4 heures & demie du ſoir. Afin de faire le calcul néceſſaire pour trouver l'angle du vertical du Soleil avec le Méridien, nous avons beſoin d'employer la diſtance du Soleil au pôle, qui eſt le complément de ſa déclinaiſon, lorſquelle eſt ſeptentrionale, ou la ſomme de 90° avec la déclinaiſon, ſi elle eſt méridionale. Comme ici, dans l'exemple préſent, la déclinaiſon du Soleil eſt méridionale, nous ajouterons à la déclinaiſon 17° 17′ les 90°; ce qui fera 107° 17′ pour la diſtance du Soleil au pôle. Voici donc le calcul :

198. Ajoutez enſemble les trois choſes ſuivantes :

1°. Le complément de la latitude, que nous ſuppoſons.	45°	5′
2°. La diſtance du Soleil au zénit, qui eſt le complément de ſa hauteur que nous avons vûe ci-deſſus.	85°	23′
3°. La diſtance du Soleil au pôle du Nord.	107°	17′
Somme . .	237°	45′
Prenez-en la moitié, qui eſt	118°	52′ $\frac{1}{2}$
Otez de cette moitié, 1°. le complément de la latitude	45°	5′
Reſte . .	73°	47′ $\frac{1}{2}$

qui eſt le premier excès.

2°. Otez de la même moitié de la ſomme la diſtance du Soleil au zénit que nous

avons dit de 85° 23′. . . . . 118° 52′ ½
85° 23′

Reſte . . 33° 29′ ½

qui eſt le ſecond excès.

3°. Otez de la même moitié de la ſomme la diſtance du Soleil au pôle, que nous avons dit être de 107° 17′ . . . . . 118° 52′ ½
107° 17′

Reſte . . 11° 35′ ½

qui eſt le troiſiéme excès.

Ajoutez enſemble les log. ſinus de ces trois excès, pour en avoir la ſomme.

73° 47′ ½ .	998238
33° 29′ ½ .	974179
11° 35′ ½ .	930306

Somme . . 2902723

de laquelle ôtez le log. ſinus de la moitié de la premiere ſomme . . . 118° 52′ ½ . 994234

Reſte . . 1908489
Prenez-en la moitié 954244
Ajoutez le log. ſinus. 1000000

Somme . . 1954244
Otez le log. ſinus du troiſiéme excès 11° 35′ ½, qui eſt. 930306

Reſte . . 1023938

qui eſt le log. tangente de 60° 3′; c'eſt la moitié de l'angle du vertical du Soleil avec le Méridien, qu'il faut doubler; ce qui fera 120° 6′, dont on prendra le ſupplément, c'eſt-à-dire, qu'on le ſouſtraira de 180°, parce qu'il ſurpaſſe 90°: reſte 59 dégrés 54

minutes, qui eſt l'angle du vertical du Soleil avec le Méridien.

Nous avons dit, art. 192, que la déclinaiſon du plan ſera occidentale, ſi, le point d'ombre ayant été pris l'après Midi, l'angle du vertical du Soleil avec le vertical du plan eſt plus petit que celui du vertical du Soleil avec le Méridien. Or c'eſt ici le cas. L'angle du vertical du Soleil avec le plan vertical eſt de 21° 50′ (c'eſt le complément de cet angle), & celui du vertical du Soleil avec le Méridien eſt de 59° 54′; il n'y a qu'à ſouſtraire l'un de l'autre : reſtera 38° 4′, qui ſera la déclinaiſon du plan occidentale. Mais ſi le point de lumiere s'étoit trouvé entre la verticale du plan & la Méridienne, la déclinaiſon du plan ſeroit la ſomme du complément de l'angle du vertical du Soleil avec le plan vertical, & celui du vertical du Soleil avec le Méridien, comme nous avons dit article 191.

199. Il y a une remarque à faire, qui ſera également utile pour l'exemple des art. 189 & 190. Nous venons de voir dans l'article précédent, qu'ayant ajouté enſemble le complément de la latitude, la diſtance du Soleil au zénit, & la diſtance du Soleil au pôle, la ſomme eſt 237° 45′, dont la moitié eſt 118° 52′ & demie; il s'agit ici de faire voir comment on fait le calcul, lorſqu'il ſe rencontre ainſi une demi-minute ou 30 ſecondes. Nous voyons que les trois excès de ces trois angles ſur la demi-ſomme, ſont le premier de 73° 47′ & demie ou 30 ſecondes; le ſecond, de 33° 29′ & demie; & le troiſiéme, de 11° 35′ & demie. Pour trouver le ſinus log. de ces trois excès, voici comment il faut faire : premierement pour le premier excès, le log. ſinus de 73° 47′ eſt 998237 : celui de 73° 48′ eſt 998240; on ôtera l'un de l'autre; reſtera 3, dont il faut prendre la moitié, qui eſt $1\frac{1}{2}$, que l'on ajoutera au log. ſinus de 73° 47′; ce qui ſera 998238.

Pour le ſecond excès, qui eſt 33° 29′ & demie, je trouve que le log. ſinus de 33° 29′ eſt 974170; le log. ſinus de 33° 30′ eſt 974189: je ſouſtrais l'un de l'autre; reſte 19, dont je prends la moitié, qui eſt 9, que j'ajoute à 974170; ce qui fera 974179: ce ſera le log. ſinus de 33° 29′ & demie.

Pour le troiſiéme excès, qui eſt 11° 35′ & demie, je trouve dans les Tables que le log. ſinus de 11° 35′ eſt 930275: je trouve encore que le log. ſinus de 11° 36′ eſt 930337; je ſouſtrais l'un de l'autre: reſte 62, dont je prends la moitié, qui eſt 31, que j'ajoute à 930275; ce qui fera 930306: c'eſt le log. ſinus de 11° 35′ & demie.

Il faut en dire autant du log. ſinus de la moitié de la premiere ſomme, qui eſt 118° 52′ & demie. On a vû ailleurs (106) que lorſqu'on doit prendre le ſinus, ou la tangente d'un nombre de dégrés qui ſurpaſſe 90°, il faut avoir ſon ſupplément, c'eſt-à-dire, le ſouſtraire de 180°: on prendra le ſinus ou la tangente de ce qui reſtera. Ici le ſupplément de 118° 52′ & demie eſt 61° 7′ & demie: le log. ſinus de 61° 7′ eſt 994231: le log. ſinus de 61° 8′ eſt 994238; on ôtera l'un de l'autre: reſtera 7, dont la moitié eſt 3, qu'il faut ajouter à 994231; ce qui fera 994234: c'eſt le log. ſinus de 61° 7′ & demie.

Si l'on ne veut point avoir égard aux demi-minutes, on peut les négliger ſans erreur ſenſible; car dans cet exemple, on n'a qu'à faire le calcul ſoi-même en négligeant les demi-minutes, on verra que l'angle du vertical du Soleil avec le Méridien ſera toujours le même. Nous avons pourtant cru devoir mettre cet article 199 pour ceux qui veulent l'exactitude entiere; car dans certains cas, il y auroit une minute de plus ou de moins dans l'angle du vertical du Soleil avec le Méridien, en négligeant ou ne négligeant pas les demi-minutes.

200. Etant bien aſſuré de la déclinaiſon du plan

par les opérations précédentes, on ôtera le faux ſtyle; on fera boucher le trou où il avoit été planté; on paſſera ſur tout le plan une couche de blanc ſemblable à la premiere : cette couche effacera, comme inutiles, toutes les lignes & les points faits pour trouver la déclinaiſon du plan. Nous conſeillons, au reſte, de préférer cette méthode de trouver la déclinaiſon des plans à toute autre : elle eſt, ſans contredit, la meilleure, la plus ſûre & la plus commode. Nous rejettons celles où l'on ſe ſert de quelque inſtrument que ce ſoit où entre la bouſſole. Ce ſont les plus fautives de toutes; & j'oſe aſſurer que l'on n'aura jamais bien exactement la déclinaiſon du plan que par le calcul. Cette méthode devient abſolument néceſſaire, ſi on veut faire un Cadran parfait. Si l'on n'en voit qu'un très-petit nombre de ce genre parmi une quantité prodigieuſe de Cadrans, c'eſt preſque toujours, parce que qu'on n'a pas voulu chercher la déclinaiſon du plan avec tout le ſoin convenable, & que l'on s'eſt ſervi de méthodes peu ſûres. On doit, au reſte, ſçavoir qu'un défaut de 15 minutes de dégré dans la connoiſſance de la déclinaiſon du plan, peut rendre faux certains Cadrans juſqu'à demi-quart d'heure. Ainſi, quoique ce calcul paroiſſe compoſé & difficile, il faut dans le commencement ſe roidir pour l'exécuter; deux ou trois points de lumiere calculés rendront cette méthode aiſée & familiere pour les autres points.

SECTION II.

Maniere géométrique de décrire le Cadran vertical déclinant du Midi ou du Septentrion.

201. AVANT que de tracer le Cadran ſur le mur, il eſt bon d'en tracer un ſemblable ſur un grand carton ou ſur un grand papier, à peu près de la grandeur du plan, s'il eſt poſſible. Par la ſituation des lignes horaires entr'elles, on verra où il faut placer le centre du Cadran, la Méridienne; s'il convient de retrancher certaines heures, &c. en un mot, on jugera de toute la diſpoſition du Cadran : on ſentira la commodité de cette pratique.

On tracera ſur le plan propoſé la Méridienne verticale CLM, & puis l'horiſontale HR; après quoi on menera la ligne LD, faiſant avec la Méridienne l'angle DLM égal à la déclinaiſon du plan. La ligne DL peut être de la longueur que l'on voudra, ſelon la grandeur de la figure du Cadran ou du plan; car la grandeur de tout le reſte dépend de la longueur de cette ligne, que nous ſuppoſons terminée au point D, ſur lequel on fera paſſer la verticale du plan ZPD parallele à la Méridienne. Le point d'interſection P de l'horiſontale & de la verticale ſera regardé comme le pied du ſtyle. *Pl.* 11. *Fig.* 42.

Ayant pris LH ſur l'horiſontale égal à la ligne DL, il faudra tirer du point H, centre diviſeur de la Méridienne, la ligne CH, qui faſſe l'angle CHL égal à la hauteur du pôle ſur l'horiſon du lieu. Le point d'interſection C de cette ligne avec la Méridienne ſera le centre du Cadran. On menera du centre C la ligne CPB, qui paſſe par le pied du

Pl. 11. *Fig.* 42. ſtyle : ce ſera la ſouſtylaire ; après quoi on élevera ſur la ſouſtylaire la perpendiculaire PS égale à la ligne PD, ou à la hauteur du ſtyle : puis on décrira du centre C la ligne CS, qui paſſe par le point S ; elle montrera la poſition de l'axe au deſſus de la ſouſtylaire, parce que l'axe doit paſſer par le centre du Cadran & par le ſommet du ſtyle.

Du point S on élevera ſur la ligne CS la perpendiculaire SB, qui ſera le rayon Equinoxial ; puis du point B on tirera la perpendiculaire EBN ſur la ſouſtylaire : ce ſera la ligne Equinoxiale, dont le point M ou ſon interſection avec la Méridienne, eſt le point de Midi ſur l'Equinoxiale, & l'interſection avec l'horiſontale, qui eſt au point R de l'Equinoxiale, eſt celui de 6 heures.

Il faudra prendre ſur la ſouſtylaire la partie BA égale au rayon Equinoxial SB, le point A ſera le centre diviſeur de l'Equinoxiale ; du point A, comme centre, & d'un intervalle pris à diſcrétion, on décrira le demi-cercle FKOG.

Du point A on tirera une ligne qui paſſe par le point M, & qui doit rencontrer la circonférence du demi-cercle en un point comme K, & une autre qui aboutiſſe au point R, & qui paſſe par le point O du demi-cercle. L'angle KAO doit être droit ; on diviſera ce quart de cercle en ſix parties égales, & l'on tirera du centre A des lignes juſqu'à l'Equinoxiale, qui paſſent par les points de diviſion du quart de cercle ; ce ſeront les points horaires.

Si l'Equinoxiale eſt aſſez longue pour contenir davantage de points horaires, on tranſportera ſur le demi-cercle quelques diviſions ſemblables du quart de cercle, & par ces nouvelles diviſions on tirera des lignes du centre A juſqu'à l'Equinoxiale ; ce ſeront encore des points horaires. Si on veut les demi-heures, on diviſera chaque arc du demi-cercle en deux également ; ſi on y veut les quarts, on les diviſera en quatre.

On

On menera du centre C du Cadran des lignes qui passent sur les points horaires de l'Equinoxiale ; ce seront les lignes horaires, à l'extrémité desquelles on marquera les heures, en observant que les heures d'avant Midi doivent être à l'Occident de la Méridienne, & celles d'après Midi au côté opposé. Tout cela fait, on met l'axe, dont la situation est toute désignée dans la figure. Nous enseignerons dans la suite comment on le pose. *Pl.* 11. *Fig.* 24.

202. Il faut remarquer que la soustylaire doit toujours se poser dans les plans du Midi & du Nord, au côté opposé à la déclinaison du plan, c'est-à-dire, que si le plan décline vers l'Orient, la soustylaire doit être du côté de l'Occident ; & si le plan décline vers l'Occident, la soustylaire doit être du côté de l'Orient. Ce que nous venons de dire de la soustylaire doit s'entendre de la verticale ZPD, & de la ligne de déclinaison DL ; car il est évident que ces lignes doivent être du même côté que la soustylaire.

203. La maniere géométrique que nous venons de donner est bonne pour les plans qui regardent obliquement le Midi ; mais si le plan regarde obliquement le Nord, il ne faut que renverser la figure de haut en bas, c'est-à-dire, mettre le centre du Cadran en bas, huiler le papier pour que tous les traits paroissent à travers, le présenter ainsi sur le mur du Nord, & on aura le Cadran déclinant du Nord tout tracé : mais il faut l'appliquer sur le mur, en sorte que les lignes que l'on a tracées soient du côté du mur. La Méridienne serviroit de ligne de Minuit ; par conséquent elle est inutile. On pourra voir par la situation du mur quelles heures il y faudra marquer. Ces sortes de Cadrans ont un usage extrêmement borné, n'étant jamais éclairés que depuis l'Equinoxe de Mars jusqu'à celui de Septembre ; & si le mur décline beaucoup du côté de l'Occident, ils ne peuvent être éclairés que vers le soir,

ſans l'être de tout le matin, & cela ſeulement d'un Equinoxe à l'autre. Il ne faut pas oublier que l'axe doit regarder en haut.

SECTION III.

Maniere de trouver par le calcul les angles horaires du Cadran vertical déclinant du Midi ou du Nord.

204. AVANT que de trouver les angles horaires, il faut avoir trois autres angles, que l'on appelle *fondamentaux*. Ces trois angles ſont 1°. l'angle au centre du Cadran entre la Méridienne & la ſouſtylaire; 2°. l'angle au centre du Cadran entre la ſouſtylaire & l'axe, c'eſt-à-dire, l'angle de la hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire, que l'on appelle auſſi la *hauteur du pôle ſur le plan;* 3°. l'angle de la différence des Méridiens ou des longitudes, c'eſt-à-dire, l'arc de l'Equateur, compris entre le Méridien du lieu & le Méridien du plan.

205. On trouvera le premier angle, c'eſt-à-dire, l'angle au centre du Cadran entre la Méridienne & la ſouſtylaire par l'analogie ſuivante:

Le ſinus total
eſt au ſinus de la déclinaiſon du plan,
comme la tangente du complément de la hauteur du pôle ſur l'horiſon du lieu
eſt à la tangente de l'angle compris entre la Méridienne & la ſouſtylaire.

Nous ſuppoſerons que la déclinaiſon du plan eſt

de 18° orientale, & la hauteur du pôle de 44° 50′; ſon complément eſt de 45° 10′,

log. ſinus de 18°, ſecond terme . . . 948998
log. tang. de 45° 10′, 3ᵉ terme 1000253

Somme & reſte . . . 1949251

qui eſt le log. tangente de 17° 16′; c'eſt l'angle cherché entre la Méridienne & la ſouſtylaire. Remarquez que nous avons mis, ſomme & reſte, pour faire voir qu'en retranchant une unité à gauche, nous avons fait la ſouſtraction du premier terme de l'analogie, qui eſt le ſinus total.

206. Pour trouver le ſecond angle, ou celui qui doit être entre la ſouſtylaire & l'axe, on fera l'analogie ſuivante :

Le ſinus total
eſt au ſinus du complément de la hauteur du pôle ſur l'horiſon du lieu,
comme le ſinus du complément de la déclinaiſon du plan
eſt au ſinus de la hauteur du pôle ſur le plan, ou de l'angle entre la ſouſtylaire & l'axe.

log. ſinus de 45° 10′, ſecond terme . . 985074
log. ſinus de 72°, qui eſt le complément de la déclinaiſon du plan 997821

Somme & reſte . . . 1982895

qui eſt le log. ſinus de 42° 25′; c'eſt l'angle cherché de la hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire.

207. Pour trouver le troiſieme angle, qui eſt celui de la différence des Méridiens ou des longitudes, on fera l'analogie ſuivante :

Le ſinus total
eſt au ſinus de la hauteur du pôle ſur l'horiſon,
comme la tangente du complément de la déclinaiſon du plan
eſt à la tangente du complément de la différence des Méridiens ou des longitudes.

log. ſinus de 44° 50′ 984822
log. tangente de 72° 1048822

Somme & reſte . . . 1033644

qui eſt la tangente de 65° 15′, dont il faut prendre le complément, qui eſt 24° 45′; c'eſt l'angle cherché de la différence des Méridiens ou des longitudes.

208. Voici une autre analogie qui, quoiqu'elle ne ſoit pas abſolument néceſſaire, eſt pourtant très-utile pour s'aſſurer de la juſteſſe du calcul des trois autres précédentes, puiſque le quatrieme terme de la premiere & de la ſeconde font partie de celle-ci, & que le réſultat de celle-ci doit être le même que celui de l'analogie précédente.

Le ſinus de l'angle entre la ſouſtylaire & l'axe
eſt au ſinus total,
comme la tangente de l'angle entre la Méridienne & la ſouſtylaire
eſt à la tangente de l'angle de la différence des Méridiens ou des longitudes.

log. ſinus total 1000000
log. tangente de 17° 16′ ; c'eſt l'angle entre la Méridienne & la ſouſtylaire . 949252

Somme . . . 1949252
log. ſinus de 42° 25′ haut. du pôle ſur le plan 982899

Reſte . . . 966353

qui eſt la tangente de 24° 44′ ; c'eſt l'angle cherché de la différence des Méridiens ou des longitudes ; ce qui prouve que les autres analogies ſont bien faites & juſtes, puiſque le quatrieme terme des deux dernieres eſt entierement ſemblable.

209. Les trois angles fondamentaux étant trouvés, on procedera au calcul des angles horaires ; mais auparavant il y a une obſervation à faire.

Dans la détermination des angles horaires, il peut y avoir trois cas ; car 1°. ou le point horaire ſe trouvera ſitué entre la Méridienne du lieu & la ſouſtylaire ; 2°. ou il ſe trouvera au-delà de la ſouſtylaire par rapport à la Méridienne ; 3°. ou il ſe trouvera au-delà de la Méridienne du côté oppoſé à la ſouſtylaire.

Dans le premier & le ſecond cas, c'eſt-à-dire, ſi le point horaire ſe trouve ſitué entre la Méridienne & la ſouſtylaire, ou s'il ſe trouve au-delà de la ſouſtylaire par rapport à la Méridienne, on prendra la différence entre la diſtance du Soleil au Méridien & la différence des longitudes ; & dans le troiſieme cas, on prendra la ſomme de la diſtance du Soleil au Méridien & de la différence des longitudes. En un mot, ſi l'on calcule les angles horaires du côté de la ſouſtylaire, c'eſt-à-dire, ceux qui ſont du côté de la Méridienne, où ſe trouve la ſouſtylaire, ayant trouvé la diſtance du Soleil au Méridien & la différence des longitudes, on ſouſtraira l'un de l'autre, & le reſte fera le troiſieme terme de l'analogie ſui-

vante. Mais ſi on calcule les angles horaires du côté de la Méridienne oppoſé à la ſouſtylaire, on additionnera la diſtance du Soleil au Méridien avec la différence des longitudes; la ſomme ſera le troiſieme terme de l'analogie.

210. Ceci préſuppoſé, on fera l'analogie ſuivante:

Le ſinus total
eſt au ſinus de l'angle entre la ſouſtylaire & l'axe,
comme la tangente de la différence ou de la ſomme ci-deſſus
eſt à la tangente de l'angle horaire entre la ſouſtylaire & la ligne horaire propoſée.

Il faut remarquer, avant que de paſſer outre, que la ſouſtylaire étant la Méridienne du plan, c'eſt de cette ligne, & par rapport à elle, que doivent ſe compter tous les angles horaires. Ainſi quand nous parlerons d'un angle horaire, il faudra toujours entendre que cet angle eſt par rapport à la ſouſtylaire, & non à l'égard de la Méridienne ou ligne de Midi.

Pour faire le calcul des angles horaires avec ordre par l'analogie précédente, il convient de faire une Table, comme pour le Cadran horiſontal. Nous en donnerons bientôt un modele: nous calculerons préſentement quelques angles horaires, pour faire voir comment il faut s'y prendre.

La déclinaiſon du plan étant ſuppoſée ci-deſſus orientale, la ſouſtylaire ſe trouvera du côté occidental du Cadran, où doivent être les heures du matin; par conſéquent, il faut ſouſtraire, pour les heures du matin, la diſtance du Soleil au Méridien de la différence des longitudes, parce que ces heures du matin ſont du même côté que la ſouſtylaire: ce

qui ſera le troiſieme terme de la précédente analogie.

Nous commencerons donc par onze heures du matin, dont la diſtance du Soleil au Méridien eſt 15°; la différence des longitudes, comme nous l'avons vû ci-deſſus (207) eſt de 24° 45′; ôtant le plus petit nombre du plus grand, c'eſt-à-dire, 15° de 24° 45′, reſte 9° 45′, & c'eſt le troiſieme terme de l'analogie. Le ſecond eſt l'angle de l'axe avec la ſouſtylaire.

log. ſinus de 42° 25′, ſecond terme .	982899
log. tangente de 9° 45′, 3ᵉ terme . .	923510
Somme & reſte . . .	1906409

qui eſt le log. tangente de 6° 37′; c'eſt le quatrieme terme cherché, & l'angle horaire de onze heures entre la ſouſtylaire & la ligne horaire.

A 10 heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 30°, dont il faut ſouſtraire 24° 45′, qui eſt la différence des longitudes, reſte 5° 15′. Il faut toujours mettre le même ſecond terme, qui eſt le log. ſinus

de 42° 25′	982899
log. tangente de 5° 15′.	896325
Somme & reſte . . .	1879224

qui eſt le log. tangente de 3° 33′; c'eſt le quatrieme terme de l'analogie, & l'angle horaire depuis la ſouſtylaire, pour 10 heures.

A 9 heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 45°, dont il faut ſouſtraire 24° 45′; reſte 20° 15′.

log. ſinus de 42° 25′	982899
log. tangente de 20° 15′	956693
Somme & reſte . . .	1939592

qui eſt le log. tangente de 13° 58′, qui eſt l'angle horaire de 9 heures.

A 8 heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 60°, dont il faut ſouſtraire la différence des longitudes 24° 45′; reſte 35° 15′.

log. ſinus de 42° 25′ 982899
log. tangente de 35° 15′ 984925

Somme & reſte . . . 1967824

qui eſt le log. tangente de 25° 29′ ; c'eſt l'angle horaire de 8 heures.

A 6 heures, (nous omettons les 7 heures, pour n'être pas ſi long), la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 90°, dont il faut ſouſtraire la différence des longitudes 24° 45′ ; reſte 65° 15′, dont le log. tangente eſt 1033629
log. ſinus de 42° 25′ 982899

Somme & reſte . . . 1016528

qui eſt le log. tangente de 55° 39′ ; c'eſt l'angle horaire de 6 heures.

A 5 heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 105°, dont il faut ſouſtraire 24° 45′ ; reſte 80° 15′.

log. ſinus de 42° 25′ 982899
log. tangente de 80° 15′ 1076490

Somme & reſte . . . 1059389

qui eſt le log. tangente de 75° 42′ ; c'eſt l'angle horaire de 5 heures.

A 4 heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 120°, dont il faut ſouſtraire la différence des longitudes 24° 45′ ; reſte 95° 15′ ; & comme ce dernier nombre de dégrés ſurpaſſe 90°, les 4 heures du matin ne peuvent pas ſe mettre à ce Cadran.

211. Nous n'avons calculé les angles horaires que d'heure en heure ſans parler des demi-heures ni des quarts, ni des minutes. Nous n'avons fait le calcul précédent que pour faire voir comment il faut s'y prendre ; on pourra le faire ſoi-même de 5 en 5 minutes, ſi l'on veut. Nous allons voir comment il faut faire le calcul pour les angles horaires du ſoir, qui ſont les heures du côté de la Méridienne op-

posé à la soustylaire. Ici il faudra ajouter la différence des longitudes à la distance du Soleil au Méridien pour chaque angle horaire ; ce qui sera le troisieme terme de l'analogie : nous ne calculerons point les heures de suite, mais quelques-unes seulement pour abréger.

A une heure après Midi la distance du Soleil au Méridien est de 15°, qu'il faut ajouter à la différence des longitudes 24° 45′ ; cela fait 39° 45′.

log. sinus de 42° 25′	982899
log. tangente de 39° 45′	991996
Somme & reste . . .	1974895

qui est le log. tangente de 29° 18′ ; c'est l'angle horaire d'une heure après Midi.

A 4 heures, la distance du Soleil au Méridien est de 60°, à quoi il faut ajouter 24° 45′ ; ce qui fait 84° 45′.

log. sinus de 42° 25′	982899
log. tangente de 84° 45′	1103675
Somme & reste . . .	1086574

qui est le log. tangente de 82° 14′.

A 5 heures, la distance du Soleil au Méridien est de 75°, auxquels il faut ajouter 24° 45′ ; ce qui fait 99° 45′, par où l'on voit que l'on ne peut avoir davantage d'heures sur ce Cadran : tout au plus on pourroit y trouver 4 heures & un quart.

212. Remarquez que ces angles horaires du côté de la Méridienne opposé au côté où se trouve la soustylaire, doivent également se compter à l'égard de la soustylaire, & non par rapport à la Méridienne. Ainsi la ligne horaire, par exemple, de 4 heures du soir, doit faire un angle au centre du Cadran de 82° 14′ avec la soustylaire, c'est-à-dire, que l'angle entre la soustylaire & la ligne horaire de 4 heures après Midi est de 82° 14′. Il en faut dire de

même de tous les angles horaires quels qu'ils ſoient, & de quelque côté du Cadran qu'ils ſoient placés : ils doivent toujours partir de la ſouſtylaire.

213. On obſervera de ne jamais mettre, à quelque Cadran vertical que ce ſoit déclinant du Midi, aucune heure ou ligne horaire qui faſſe un angle droit ou de 90 dégrés avec la Méridienne, c'eſt-à-dire, qu'aucune ligne horaire ne doit faire une ligne horiſontale au centre du Cadran, parce que l'ombre de l'axe ne peut jamais faire une ligne horiſontale, puiſqu'il regarde en bas. Il n'en eſt pas de même des Cadrans verticaux déclinans du Nord. Comme l'axe regarde en haut, il peut marquer des heures au deſſus & au deſſous de ſon centre.

214. Si le Cadran vertical déclinant du Midi à l'Orient, comme nous l'avons ſuppoſé juſqu'à préſent, déclinoit du côté de l'Occident, il auroit fallu faire le calcul pour les heures du ſoir, comme nous l'avons fait pour les heures du matin, & le calcul pour les heures du matin, comme nous l'avons fait pour les heures du ſoir, parce que la ſouſtylaire ſe trouveroit dans le côté oriental du Cadran parmi les heures du ſoir.

215. Il ne faut jamais tracer plus de 12 heures ſur quelque Cadran vertical que ce ſoit, parce qu'il ne peut en marquer un plus grand nombre dans quelque ſituation qu'on le ſuppoſe. On peut toujours y en mettre douze, s'il ne décline point du tout; mais il en marquera moins s'il eſt déclinant; & plus ſa déclinaiſon ſera grande, moins il marquera d'heures, ſurtout s'il décline de plus de 37° ou environ, qui eſt la plus grande amplitude du Soleil. En ce cas, ſi la déclinaiſon du plan eſt vers l'Orient, il ne ſera jamais éclairé lorſque le Soleil ſe couche; & s'il eſt déclinant vers l'Occident, il ne ſera jamais éclairé au lever du Soleil; par conſéquent, il ſeroit inutile d'y tracer 12 heures.

216. Pour faire mieux entendre ce que nous avons dit dans plusieurs articles, & ce que nous avons encore à dire, nous donnerons un autre exemple du calcul pour un Cadran fort déclinant & presque oriental. Nous supposerons sa déclinaison du Midi vers l'Orient de 80°; la même hauteur du pôle de 44° 50′ : cet exemple contribuera à applanir plusieurs difficultés qui pourroient arrêter.

On commencera par trouver les trois angles fondamentaux par les analogies des articles 205, 206 & 207. On fera aussi celle de l'article 208, pour s'assurer de la justesse du calcul que l'on aura fait par les trois autres.

On trouvera, 1°. que l'angle entre la Méridienne & la soustylaire sera de 44° 44′.

2°. L'angle de la hauteur de l'axe sur la soustylaire sera de 7° 4′.

3°. La différence des longitudes sera de 82° 55′.

217. Les trois principaux angles étant trouvés, on fera le calcul des angles horaires, par l'analogie de l'art. 210, dont le second terme est le sinus de la hauteur de l'axe sur la soustylaire, & le troisieme est la tangente de la différence des longitudes. La déclinaison du plan étant supposée orientale, la soustylaire se trouve parmi les heures du matin, c'est-à-dire sur le côté occidental du Cadran. Ainsi, pour calculer les angles horaires du matin, il faudra prendre pour le troisiéme terme de l'analogie la différence entre la différence des longitudes & la distance du Soleil au Méridien; & pour les heures du soir, ajouter la différence des longitudes à la distance du Soleil au Méridien. Commençons par le calcul des angles horaires du matin, qui est le côté où se trouve la soustylaire.

A 11 heures avant Midi, la distance du Soleil au Méridien est de 15°, qu'il faut soustraire de la différence des longitudes, qui est de 82° 55′; reste 67° 55′.

log. ſinus de la hauteur de l'axe 7° 4′. . 908999
log. tangente de 67° 55′. 1039177

Somme & reſte . 1948176

qui eſt le log. tangente de 16° 52′; c'eſt l'angle horaire de 11 heures, par rapport à la ſouſtylaire, que l'on poſera entre la Méridienne & la ſouſtylaire.

A 7 heures du matin, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 75° qu'il faut ſouſtraire de 82° 55′; reſte 7° 55′.

log. ſinus de 7° 4′ hauteur de l'axe. . 908999
log. tangente de 7° 55′ 914320

Somme & reſte . 1823319

qui eſt le log. tangente de 0° 59′; c'eſt l'angle horaire de 7 heures avec la ſouſtylaire, qu'il faut poſer entre la Méridienne & la ſouſtylaire.

A 6 heures la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 90°, dont il faut ſouſtraire 82° 55′, reſte 7° 5′.

log. ſinus de 7° 4′. 908999
log. tangente de 7° 5′. 909434

Somme & reſte . 1818433

qui eſt le log. tangente de 0° 53′; c'eſt l'angle horaire de 6 heures avec la ſouſtylaire, qu'il faut poſer après la ſouſtylaire, de façon que la ſouſtylaire ſe trouve entre cette derniere ligne horaire & la Méridienne.

Remarquez que ce Cadran déclinant ſi fort vers l'Orient, ſera éclairé auſſitôt que le Soleil ſe levera: c'eſt pourquoi on calculera les angles horaires juſqu'à 4 heures du matin.

Nous verrons bientôt, quand nous calculerons les heures du ſoir, que nous ne pouvons pouſſer le calcul, que juſques vers les 25 minutes après Midi. Cependant, comme ce Cadran peut marquer juſqu'à

Midi & trois quarts, nous ſommes obligés, pour avoir cet angle horaire de Midi trois quarts, de trouver l'angle horaire correſpondant du matin, qui eſt Minuit & trois quarts. Pour trouver la diſtance du Soleil au Méridien à Minuit & trois quarts, il faut ſçavoir qu'à Minuit la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 180°; & comme à Minuit & trois quarts il eſt plus près du Méridien de 11° 15′, il faut ſouſtraire de 180° ces 11° 15′, il reſtera 168° 45′, qui eſt la diſtance du Soleil au Méridien à Minuit & trois quarts, dont il faut ſouſtraire la différence des longitudes, parce que c'eſt toujours parmi les heures du matin; reſte 85° 50′.

log. ſinus de la hauteur de l'axe 7° 4′ . 908999
log. tangente de 85° 50′ 1113757

Somme & reſte . . . 1022756

qui eſt le logarithme tangente de 59° 22′; c'eſt l'angle horaire de Minuit & trois quarts, qu'il faut poſer après la ſouſtylaire.

Pour avoir Midi & demi, que nous ne pouvons pas trouver par le calcul, nous avons beſoin d'avoir Minuit & demi, dont la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 172° 30′, dont il faut ſouſtraire la différence des longitudes 82° 55′, reſte 89° 35′.

log. ſinus de 7° 4′ 908999
log. tangente de 89° 35′. 1213833

Somme & reſte . 1122832

qui eſt le log. tangente de 86° 37′; c'eſt l'angle horaire à l'égard de la ſouſtylaire pour Minuit & demi.

218. Pour les heures du ſoir, nous ne pouvons avoir par le calcul que Midi & un quart, dont la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 3° 45′, qu'il faut ajouter à la différence des longitudes 82° 55′; ce qui fait 86° 40′.

log. ſinus de 7° 4′ 908999
log. tang. de 86° 40′ 1123475

Somme & reſte . . . 1032474

qui eſt le log. tangente de 64° 40′; c'eſt l'angle horaire avec la ſouſtylaire de Midi & un quart.

Nous avons dit que ce Cadran pouvoit marquer juſqu'à Midi & trois quarts. Il y manque donc deux lignes horaires de l'après Midi, qui ſont Midi & demi, & Midi & trois quarts, leſquels deux angles nous pourrons avoir, en prenant le ſupplément des angles horaires de Minuit & demi, & de Minuit & trois quarts. Pour avoir ce ſupplément (24) il faut ſouſtraire chacun de ces deux angles de 180°. Nous venons de voir que l'angle horaire de Minuit & demi eſt de 86° 37′, qu'il faut ſouſtraire de 180°; reſte 93° 23′; c'eſt juſtement l'angle horaire de Midi & demi avec la ſouſtylaire.

Enſuite, pour avoir l'angle horaire de Midi & trois quarts, il faut prendre le ſupplément de l'angle horaire de Minuit & trois quarts. Or nous venons de voir auſſi que l'angle horaire de Minuit & trois quarts eſt de 59° 22′, qu'il faut ſouſtraire de 180°; reſte 120° pour l'angle horaire de Midi & trois quarts avec la ſouſtylaire.

219. A l'égard de la maniere de trouver les premieres & dernieres heures à tracer ſur les Cadrans verticaux déclinans, nous n'en parlerons point dans ce Traité. C'eſt un article aſſez difficile, qui demande bien du calcul & bien des connoiſſances que nous ne ſuppoſons point dans ceux pour qui nous avons fait ce Traité: la choſe n'eſt pas de conſéquence; car enfin le Cadran n'en ſera pas moins juſte, quand il y aura une ligne horaire de plus qu'il ne faut. Nous nous contenterons de donner à la fin de cet Ouvrage une Table qui fera ſuffiſamment connoître les premieres & dernieres heures, qu'il

faudra tracer ſur les Cadrans verticaux déclinans, ſelon leurs dégrés de déclinaiſon.

220. Si l'on veut bien entrer dans tous les calculs précédens, il eſt néceſſaire de les lire la plume à la main, de même que les Tables des ſinus, tangentes, &c. & de faire ſoi-même les calculs à meſure qu'on les lit; voir ſi les réſultats ſont les mêmes, calculer les angles horaires que nous avons omis, &c. J'oſe aſſurer que c'eſt la meilleure méthode pour les bien entendre. Sans cela on y viendra difficilement, ou peut-être point du tout. Il faut un grand ordre dans les calculs de cette eſpéce. Pour cela on fera bien de dreſſer une Table, à peu près comme celle dont nous préſentons le modele, qui ſera en ſept colomnes, & dont nous donnerons l'explication enſuite.

Hauteur du pôle ſur l'horiſon du lieu, 44° 50'.
Déclinaiſon occidentale du plan, 15° 18'.
Angle entre la Méridienne & la ſouſtylaire, 14° 52'.
Hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire, 43° 10'.
Différence des Méridiens ou des longitudes, 21° 12'.

Pour les heures depuis Midi juſqu'au ſoir.

Heures & quarts.	Diſtances du Soleil au Méridien.	Différences entre la diſtance du Sol. au Mérid. & la différ. des longitudes.	Angles horaires.	Diff-fér.	Cordes des ang. hor.	Diff-fér.
Midi 15'	3° 45'	17° 27'	12° 8'	160	211	46
30	7 30	13 42	9 28	157	165	46
45	11 15	9 57	6 51	156	119	45
1 heure.	15 0	6 12	4 15	154	74	45
15	18 45	2 27	1 41	155	29	14
30	22 30	1 18	0 53	155	15	45
45	26 15	5 3	3 28	154	60	46
2 heur.	30 0	8 48	6 3	156	106	45
15	33 45	12 33	8 39	160	151	46
30	37 30	16 18	11 19	162	197	47
45	41 15	20 3	14 1	166	244	48
3 heur.	45 0	23 48	16 47	171	292	49
15	48 15	27 33	19 38	177	341	51
30	52 30	31 18	22 35	183	392	52
45	56 15	35 3	25 38	191	444	54
4 heur.	60 0	38 48	28 49	199	498	55
15	63 45	42 33	32 8	208	553	58
30	67 30	46 18	35 36	218	611	60
45	71 15	50 3	39 14	230	671	64
5 heur.	75 0	53 48	43 4	241	735	64
15	78 45	57 33	47 5	255	799	67
30	82 30	61 18	51 20	267	866	69
45	86 15	65 3	55 47	280	935	72

6 heur.	90° 0′	68° 48′	67° 27′	292	1007	73
15	93 45	73 33	65 19	304	1080	73
30	97 30	76 18	70 23	314	1153	73
45	101 15	80 3	75 37	322	1226	73
7 heur.	105 0	83 48	80 59	326	1299	70
15	108 45	87 33	86 25	110	1369	23
20	110 0	88 48	88 15		1392	

Pour les heures depuis Midi en rétrogradant, jusqu'au matin.

Heures & quarts.	Distances du Soleil au Mérid.	Distances du Soleil au Mérid. addition. avec la différ. des longitudes.	Angles horaires.	Différ.	Cordes des ang. hor.	Dif. fér.
45′	3° 45′	24° 57′	17° 39′	173	307	49
30	7 30	28 42	20 32	176	356	51
15	11 15	32 27	23 28	188	407	53
11 heur.	15 0	36 12	26 36	193	460	55
45	18 45	39 57	29 49	202	515	57
30	22 30	43 42	33 11	211	572	59
15	26 15	47 27	36 42	222	630	61
10 heur.	30 0	51 12	40 24	233	691	63
45	33 45	54 57	44 17	245	754	65
30	37 30	58 42	48 22	258	819	68
15	41 15	62 27	52 40	271	887	70
9 heur.	45 0	66 12	57 11	284	957	72
45	48 45	69 57	61 55	296	1029	73
30	52 30	73 42	66 51	308	1102	73
15	56 15	77 27	71 59	316	1175	73
8 heur.	60 0	81 12	77 15	323	1248	72
45	63 45	84 57	82 38	328	1320	71
30	67 30	88 42	86 6	109	1391	22
25	68 45	89 57	89 55		1413	

221. Il y a plusieurs remarques à faire sur cette Table, où nous avons pris pour exemple un plan du Midi déclinant vers l'Occident de 15° 18′; on fera bien de vérifier soi-même tout ce qu'elle contient. Quand on en fera une, il n'est pas nécessaire de tirer toutes ces lignes; parce qu'on peut la mettre plus au large, pour avoir la facilité de corriger les fautes que l'on peut faire en calculant. Nous avons donné cette forme à celle-ci pour qu'elle tienne moins de place. On remarquera donc que la premiere colomne ne contient que les heures & les quarts que l'on peut mettre sur le Cadran. La seconde contient la distance du Soleil au Méridien, correspondante à chaque heure & à chaque quart. La troisiéme contient la différence entre chaques distances du Soleil au Méridien, & la différence des longitudes, parce que la soustylaire est du côté des heures du soir. La déclinaison du plan étant occidentale, la soustylaire doit se mettre du côté opposé à la déclinaison, c'est-à-dire, du côté oriental où se trouvent les heures du soir; & pour la Table des heures du matin, qui sont du côté de la Méridienne, opposé à la soustylaire, la différence des longitudes est ajoutée à la distance du Soleil au Méridien, comme l'on voit à la troisiéme colomne.

La quatriéme colomne contient les angles au centre du Cadran, qui sont les lignes horaires avec la soustylaire, selon que le calcul les a donnés. On peut remarquer que nous avons avancé le calcul, soit pour les heures du soir, soit pour les heures du matin, autant qu'il a été possible; puisque pour le dernier angle horaire du soir, qui est 7 heures 20 minutes, la distance du Soleil au Méridien, soustraction faite de la différence des longitudes, est de 88° 15′. On voit que nous ne pouvions pas aller plus loin. Il en est de même pour les heures du matin. La distance du Soleil au Méridien additionnée

avec la différence des longitudes au dernier angle horaire de la Table, eſt de 89° 57′; ainſi nous en ſommes reſtés là, parce qu'on ne peut pas paſſer 90°.

222. Examinons ſi tous les angles horaires de la Table ſont néceſſaires, ou s'il y en a trop, ou s'il n'y en a pas aſſez; c'eſt-à-dire, ſi toutes les heures que ce Cadran peut marquer ſont réellement dans la Table. Ceci ſervira de principe général. Nous avons dit, art. 213, qu'aucun angle horaire ne devoit faire un angle de 90° avec la Méridienne. Or voici comment on trouve l'angle d'une ligne horaire avec la Méridienne: car le calcul ne nous donne les angles qu'à l'égard de la ſouſtylaire.

223. 1°. Les angles des lignes horaires, qui ſont entre la Méridienne & la ſouſtylaire, ſe trouveront en ôtant l'angle de la ſouſtylaire avec la ligne horaire, de l'angle de la ſouſtylaire avec la Méridienne. 2°. Les angles qui ſont au-delà de la ſouſtylaire & du côté oppoſé à celui de la Méridienne, ſe trouveront en ajoutant ces deux angles. 3°. On aura ceux qui ſont de l'autre côté de la Méridienne, en prenant la différence entre l'angle horaire & l'angle de la ſouſtylaire avec la Méridienne, ou ſouſtrayant l'angle de la ſouſtylaire avec la Méridienne, de l'angle horaire.

224. Nous avons dit, art. 213, qu'il ne falloit pas qu'aucune ligne horaire fît une ligne horiſontale paſſant par le centre d'un Cadran déclinant du Midi, c'eſt-à-dire, qu'aucune ligne horaire ne devoit pas faire un angle de 90° avec la Méridienne, ce que nous avons encore répété à l'art. 222. Nous ajoutons à celui-ci, que ſi le Cadran déclinant du Midi, ne décline pas plus de 37° ou environ, il pourra marquer les heures, qui ne feront pas un angle droit ou de 90° avec la Méridienne; par conſéquent on pourra toujours ſe régler là-deſſus. Com-

me la Table ci-deſſus eſt calculée pour une déclinaiſon du plan moindre que 37°, puiſque nous n'avons ſuppoſé la déclinaiſon que de 15° 18′, voyons encore s'il y a quelque angle horaire de plus ou de moins dans cette Table.

225. Nous commencerons par les heures du ſoir, qui ſont du côté oriental du Cadran, parmi leſquelles eſt la ſouſtylaire. La derniere ligne horaire qui ſe trouve dans cette Table eſt 7 heures 20′, dont l'angle horaire eſt 88° 15′ pour trouver quel angle fait avec la Méridienne cet angle horaire 88° 15′, il faut y ajouter l'angle de la Méridienne avec la ſouſtylaire, qui eſt 14° 52′, ce qui fera 103° 7′; & comme 103° 7′ eſt un plus grand angle que 90°, il s'enſuit, ſelon les principes précédens, que l'on ne peut pas mettre à ce Cadran cet angle horaire 103° 7′, qui fait un angle de plus de 90° avec la Méridienne. Nous ne pouvons pas non plus y mettre l'angle horaire de 7 heures du ſoir, qui eſt 80° 59′, parce qu'étant ajouté avec 14° 52′, ce ſera un angle de 95° 51′ avec la Méridienne; mais le Cadran pourra marquer 6 heures & demie, dont l'angle horaire eſt de 70° 23′, qui étant ajouté à 14° 52′, qui eſt l'angle de la Méridienne avec la ſouſtylaire, fera un angle de 85° 15′: il pourroit encore marquer juſqu'à ſix heures 40 minutes, parce que ſon angle horaire ajouté avec l'angle de la Méridienne avec la ſouſtylaire, feroit un angle moindre que 90°.

226. Quant aux heures du matin, la premiere ligne horaire, qui eſt au fond de la Table, eſt 7 heures 25 minutes: or les heures du matin étant du côté occidental, & de l'autre côté de la Méridienne, ces heures ſont dans le troiſieme cas de l'art. 223. Ainſi pour trouver l'angle que font avec la Méridienne les heures du matin, il faut ſouſtraire l'angle horaire de l'angle de la Méridienne avec la ſouſ-

tylaire. L'angle horaire de 7 heures 25 minutes eſt de 89° 55′, dont il faut ſouſtraire l'angle de la Méridienne avec la ſouſtylaire, qui eſt toujours 14° 52′; reſte 75° 3′, qui eſt un angle beaucoup moindre que 90°; par conſéquent le Cadran peut marquer encore plus matin.

227. Pour avoir des angles horaires des heures plus matin que celles qui ſont marquées dans la Table, on prend les ſupplémens des angles horaires du ſoir ſurnuméraires; car on doit les calculer & trouver, afin qu'ils ſervent par leur *ſupplément* à ce que le calcul n'a pû donner pour le matin. Cherchons donc l'angle horaire de 7 heures & un quart. Nous voyons dans la Table que l'angle horaire de 7 heures un quart du ſoir eſt de 86° 25′, qu'il faut ſouſtraire de 180°; reſte 93° 35′, qui eſt l'angle horaire de 7 heures un quart du matin. Maintenant pour avoir l'angle que fait cet angle horaire avec la Méridienne, il faut ſouſtraire de ces 93° 35′ les 14° 52′, qui eſt l'angle de la Méridienne avec la ſouſtylaire: reſte 78° 43′; ce qui prouve que le Cadran peut encore marquer des heures plus matin, parce qu'il y a encore loin juſqu'à 90°.

Voyons donc encore ſi 7 heures du matin pourront ſe mettre au Cadran. L'angle horaire de 7 heures du ſoir eſt de 80° 59′, dont il faut avoir le ſupplément en ôtant ces 80° 59′ de 180°: il reſtera 99° 1′, qui ſera l'angle horaire de 7 heures du matin; & ôtant de cet angle horaire 99° 1′, l'angle de la ſouſtylaire avec la Méridienne, qui eſt de 14° 52′, reſtera 84° 9′, qui eſt l'angle entre la Méridienne & la ligne horaire de 7 heures du matin. Nous voyons que nous pouvons encore poſer ſur ce Cadran une autre ligne horaire avant 7 heures du matin, qui ſera 6 heures 3 quarts.

Nous trouvons dans la Table que l'angle horaire de 6 heures trois quarts du ſoir eſt de 75° 37′, dont

il faut prendre le ſupplément pour avoir l'angle horaire de 6 heures trois quarts du matin. Pour cela, il faut ſouſtraire 75° 37′ de 180°; reſtera 104° 23′, qui ſera l'angle horaire avec la ſouſtylaire de 6 heures trois quarts du matin; duquel angle horaire il faut ſouſtraire 14° 52′; reſtera 89° 31′, qui ſera l'angle de la ligne horaire de 6 heures trois quarts du matin à l'egard de la Méridienne; par conſéquent, le Cadran, dont le calcul eſt contenu dans la précédente Table, peut contenir depuis 6 heures trois quarts du matin juſqu'à 6 heures 40 minutes du ſoir: ce qui fait 12 heures moins 5 minutes.

228. La cinquieme colomne de la Table n'eſt que pour s'aſſurer de la juſteſſe du calcul des angles horaires contenus dans la quatrieme colomne: ce ſont les différences entre chaque angle horaire. Pour faire cette cinquieme colomne, il faut multiplier les dégrés d'un angle horaire par 60 minutes, & y ajouter les minutes reſtantes, s'il y en a; faire cette opération à chaque angle horaire, & ſouſtraire enſuite le plus petit du plus grand: le reſte donne la différence. Nous avons aſſez expliqué ceci vers la fin de l'article 134.

229. Ceux qui n'ont pas des échelles des cordes ont abſolument beſoin de la ſixieme colomne de la Table, qui contient les cordes des angles horaires. Nous avons encore expliqué aſſez au long la maniere de calculer cette colomne dans les art. 114, 115, 116 & 117, que l'on peut voir de nouveau, s'il eſt beſoin; & la ſeptieme colomne n'eſt néceſſaire que pour s'aſſurer du calcul des cordes des angles horaires: elle eſt très-facile à faire; on commencera par le fond de la Table, en ôtant le pluss petit nombre du plus grand, & on écrira chaque reſte: ces reſtes ſeront les différences d'une corde à l'autre. Ceux qui auront des échelles des cordes ſeront diſpenſés de faire les deux dernieres colomnes.

230. Lorſque le calcul de la Table ſera fini, toutes les cinq colomnes deviennent inutiles, excepté celle des angles horaires, & celle qui contient les heures & les quarts. Si l'on n'a pas une échelle des cordes, mais ſeulement une échelle des parties égales, on ſe ſervira de la ſixieme colomne, & non de la quatrieme.

SECTION IV.

Maniere de tracer par le calcul les Cadrans verticaux déclinans du Midi ou du Septentrion.

231. AVANT que de tracer le Cadran ſur le mur, on fera très-bien de le tracer premierement ſur le parquet, ou ſur une table, dans toute ſa grandeur : cette précaution devient plus néceſſaire à meſure que le plan décline davantage. On ſera convaincu de l'utilité de cette pratique par l'expérience; car il eſt des circonſtances, où on a beſoin de voir toute la diſpoſition du Cadran pour placer le centre comme il faut. Si on le trace ſur le mur ſans l'avoir tracé ailleurs, on riſque fort d'être obligé de refaire pluſieurs fois ſon ouvrage, & de gâter ſon plan par une infinité de lignes inutiles, qui peuvent occaſionner bien des fautes. Nous ferons dans la ſuite pluſieurs remarques utiles là-deſſus.

232. Ayant décrit dans les articles 201, 202, 203 la maniere de tracer géométriquement les Cadrans verticaux déclinans, nous ne répéterons pas ce que nous y avons dit : on peut relire ces articles, dont une partie peut ſervir ici. Nous ajouterons ſeulement ce qui convient à la deſcription des Cadrans verticaux déclinans par le calcul.

Pl. 12. *Fig.* 43. Après que l'on aura déterminé le point où l'on doit poſer le centre C du Cadran, qui doit être diſpoſé à peu près comme dans la Figure vers le milieu de la partie ſupérieure du plan, ſi la déclinaiſon n'eſt pas grande, on plantera à ce point C un petit bout de fil de fer, ou mieux de cuivre, de la groſſeur à peu près d'un tuyau de plume à écrire, pointu du bout qui doit entrer dans le mur, & environ d'un pouce de long. On l'enfoncera dans le mur entierement, de façon qu'il ne déborde point, mais qu'il affleure le mur. On fera au milieu de ce cloud un petit trou peu profond avec un poinçon aiguiſé de court & bien aigu : ce trou ſervira de centre au Cadran.

233. Obſervez que le centre C du Cadran ne doit pas être placé au milieu, ſi la déclinaiſon du plan eſt fort grande, comme de 40 ou 50 dégrés; mais un peu à côté, afin qu'il y ait plus de place du côté où il doit y avoir davantage de lignes horaires; c'eſt ce que l'on examinera quand on tracera le Cadran ſur le parquet.

234. On ſuſpendra un plomb à un fil fin ou une ſoye, au deſſus du centre C, qui deſcende juſques au bas du plan, (avec les précautions indiquées dans l'article 165,) pour marquer la ligne de Midi CM, qui doit être exactement verticale. Cette ligne CM doit paſſer par le centre C du Cadran. Du centre C on décrira un demi-cercle DME, dont le rayon ou l'ouverture du compas ſoit égale au rayon de l'échelle des cordes ou des parties égales qu'on employe. Si le plan a beaucoup d'étendue, il faut que ce rayon ſoit fort grand, & toujours le plus grand que le plan pourra le permettre, même de cinq ou ſix pieds; de ſorte que ſi l'on ſe ſert d'une échelle des cordes, il faut que ſon rayon, qui eſt la corde de 60 dégrés, ſoit de cette longueur. Si c'eſt une échelle des parties égales, on prendra pour rayon 4

ou 5000 parties : pour lors on multipliera chaque corde contenue dans la ſixieme colomne de la Table, par 4 ou 5. Si l'on veut ſe ſervir d'un compas à verge, où il y ait une échelle des cordes, il faudra fixer une boëte ſur le bout où commence l'échelle, & fixer l'autre ſur le 60^e^ dégré ; & avec cette ouverture décrire le demi-cercle DME très-légerement, en appuyant une pointe dans le trou du centre C. *Pl.* 12. *Fig.* 43.

235. On commencera à tracer la ſouſtylaire CS. On voit dans la Table que l'angle de la ſouſtylaire avec la Méridienne eſt de 14° 52′ ; on prendra ſur l'échelle des cordes la diſtance d'une boëte à l'autre de 14° 52′ : on poſera une pointe ſur le point M, où le demi-cercle DME coupe la Méridienne CM, & l'on marquera ſur le même demi-cercle un point vers S du côté oriental du Cadran, parce que la déclinaiſon du plan eſt ſuppoſée occidentale dans notre exemple. Si on tire une ligne du centre C du Cadran qui paſſe par le point S, ce ſera la ſouſtylaire. Si l'on n'a pas une échelle des cordes, mais ſeulement une échelle des parties égales, on cherchera la corde de l'angle de la Méridienne avec la ſouſtylaire 14° 52′ ; pour cela, on prendra la moitié de 14° 52′, qui eſt 7° 26′, dont le ſinus naturel eſt de 1293725 parties qu'il faut doubler ; ce ſera 2587450 ; dont il faut retrancher quatre chiffres : reſte 259 parties pour la corde de l'angle de la ſouſtylaire avec la Méridienne 14° 52′. On prendra donc cette diſtance de 259 parties, que l'on portera depuis le point M ſur le demi-cercle DME juſqu'au point S, qui ſera également celui par où doit paſſer la ſouſtylaire.

236. Quand on aura marqué le point S de la ſouſtylaire ſur le demi-cercle, on y plantera une pointe de cuivre, comme on a fait au centre C du Cadran, & qui affleure le plan ; on fera un petit

Pl. 12. *Fig.* 43. trou au point d'interſection du demi-cercle & de la ligne ſouſtylaire, pour poſer une pointe de compas ſur ce point, & de-là marquer tous les points horaires ſur le demi-cercle DME.

237. On marquera ſur le demi-cercle l'angle de la hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire, que nous trouvons dans la Table être de 43° 10′; on prendra ſur l'échelle des cordes la diſtance de l'angle de 43° 10′, que l'on portera du point S de la ſouſtylaire vers A au point A, ſur lequel on fera paſſer la ligne du centre C. La ligne CA ſera celle de la hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire. Si on n'a pas une échelle des cordes, mais une échelle des parties égales, on cherchera la corde de l'angle 43° 10′: on prendra la moitié de cet angle, & le ſinus naturel de cette moitié de l'angle; on doublera ce ſinus; on en retranchera les 4 derniers chiffres: le reſte donnera le nombre des parties qui font la corde de 43° 10′, que l'on portera ſur le demi-cercle de S en A. Cette ligne CA repréſentera l'axe du Cadran.

238. On marquera ſur le demi-cercle DME tous les points horaires, les faiſant tous partir du point S. Nous en ſpécifierons quelques-uns pour exemple, & nous choiſirons ceux où l'on pourroit trouver quelque difficulté.

En commençant du côté oriental du Cadran, où ſe trouve la ſouſtylaire parmi les heures du ſoir, on voit dans la Table que l'angle horaire de Midi & un quart eſt de 12° 8′; on prendra ſur l'échelle des cordes du compas à verge la diſtance de 12° 8′, dont on poſera une pointe ſur le point S de la ſouſtylaire, & on marquera ſur le demi-cercle vers M le point horaire de Midi & un quart. Enſuite pour Midi & demi l'on voit dans la Table que l'angle horaire eſt de 9° 28′; on le portera également, au moyen du compas à verge, ſur le demi-cercle du point S vers M.

Pour une heure & un quart, l'angle horaire eſt de 1° 41′, que l'on portera de S vers M. Pour une heure & demie l'angle horaire n'eſt que de 53 minutes, que l'on portera également, par le moyen du compas à verge, de S vers D de l'autre côté de la ſouſtylaire, oppoſé à la Méridienne. Pour une heure trois quarts l'angle horaire eſt de 3° 28′, que l'on portera ſur le demi-cercle de S vers D. Ainſi de tous les autres angles horaires. *Pl.* 12. *Fig.* 43.

239. Nous avons trouvé, art. 225, que ce Cadran pouvoit marquer juſqu'à 6 heures & demie du ſoir, dont nous avons vû l'angle horaire de 70° 23′, que l'on portera de S vers D. Nous ſuppoſons toujours que l'on ſe ſerve d'un compas à verge, où il y a une échelle des cordes. Mais ſi on n'a qu'une échelle des parties égales, on ſe ſervira de la ſixieme colomne de la Table, où l'on trouvera la longueur de toutes les cordes des angles horaires, que l'on portera ſur le demi-cercle du point S vers M ou vers D, ſelon le cas, comme nous venons de l'expliquer dans l'article précédent. Ces diſtances de chaque longueur de corde doit ſe prendre plutôt avec un compas à verge tel quel, qu'avec un compas ordinaire, excepté peut-être les petites diſtances, comme ſont les angles horaires les plus proches de la ſouſtylaire.

240. Quand on aura marqué tous les points horaires des heures du ſoir du côté oriental du Cadran, on fera de même pour tous les angles horaires du matin, qui doivent ſe poſer du côté occidental du Cadran. Par exemple, l'angle horaire de 11 heures 3 quarts eſt de 17° 39′: on portera la diſtance de cet angle de S au-delà de la Méridienne du côté occidental du Cadran, & toujours ſur le demi-cercle. Pour 11 heures, l'angle horaire eſt de 26° 36′; on portera cet angle ou la corde de cet angle de S au-delà de la Méridienne, en tirant vers E. On continuera ainſi pour tous les angles horaires du matin, en por-

Pl. 12. *Fig.* 43. tant ſur le demi-cercle toutes les diſtances, & poſant une pointe du compas à verge ſur le point S de la ſouſtylaire, & l'autre pointe en allant vers E.

241. Nous avons trouvé, art. 227, que ce Cadran peut commencer de marquer à 6 heures trois quarts, & que l'angle horaire de 6 heures trois quarts eſt de 104° 23′; on portera cet angle en poſant une pointe du compas à verge ſur le point S, & l'autre pointe ſur le demi-cercle vers E.

242. Pour trouver la corde de cet angle horaire de 6 heures trois quarts 104° 23′, en ſuppoſant que l'on n'ait point d'échelle des cordes, il faut faire comme nous avons dit vers la fin de l'art. 114, où il eſt parlé de la maniere de trouver la corde d'un angle d'un nombre impair, comme celui-ci. Nous avons dit, art. 97, vers le milieu, que lorſqu'on a beſoin d'un angle plus grand que ceux qui ſont ſur l'échelle des cordes, comme 104° 23′, on le portera en deux fois ſur le demi-cercle; on peut prendre, par exemple, 55 dégrés, & porter cette diſtance du point S ſur le demi-cercle vers E, & prendre enſuite 49° 23′, que l'on portera ſur le demi-cercle, du point où l'on a marqué le 55^{e} dégré juſques vers E, en prenant toujours les dégrés, à compter du premier dégré au commencement de l'échelle des cordes. Mais ſi l'on ſe ſert de l'échelle des parties égales, & que n'ayant pas un compas ſuffiſamment grand, on ſoit obligé de porter en deux fois la corde d'un angle, comme il faut néceſſairement porter la corde en ligne droite, & que l'on ne connoît pas encore le point où elle ſe termine, il faudra ſe ſervir d'une regle aſſez longue, poſer un bout du bord de la regle ſur le point S, & marquer vers l'autre bout le point où ſe termine la corde de l'angle en queſtion, & tranſporter ainſi ce point ſur le plan.

243. Quand on aura marqué tous les points horaires, on appliquera une longue regle nouvellement

dreſſée ſur le plan, au moyen de laquelle on tracera les lignes horaires avec une pointe de couteau, le tenant toujours dans la même ſituation d'un bout à l'autre de la régle; & on imprimera ces lignes dans le plan, les conſervant pourtant toujours aſſez fines. On tracera les lignes des heures de toute leur longueur, celles des demi-heures plus courtes, & celles des quarts plus courtes encore, comme au Cadran horiſontal. Voyez ſa Figure. Toutes les lignes doivent aboutir au centre C du Cadran, & paſſer par le milieu des points horaires marqués ſur le demi-cercle DME; même les plus courtes, quoiqu'elles ne ſoient pas réellement tracées de toute leur longueur; en ſorte que ſi elles étoient prolongées, elles paſſeroient ſur les points horaires, & iroient ſe réunir au centre C du Cadran. On tracera également, en les imprimant dans le plan, les chiffres horaires, dont on deſſinera tous les traits, afin que le Peintre n'ait qu'à les ſuivre. On terminera également, s'il le faut, tout le contour du Cadran, auquel on donnera la forme convenable au lieu où il eſt poſé, ou quarrée, ou octogone, ou ovale, ou ronde, &c.

244. Les Cadrans déclinans du Septentrion vers l'Orient, ou vers l'Occident, ſe traceront de même que les autres. Nous avons dit, art. 203, que pour avoir un Cadran déclinant du Nord, il ne falloit que renverſer un déclinant du Midi. On fera bien de ſuivre cette méthode, & d'appliquer le papier ſur le mur pour y tracer le Cadran. Nous ne nous étendrons pas davantage ſur les Cadrans du Nord. Leur uſage eſt ſi borné, que ce n'eſt preſque pas la peine d'en faire. D'ailleurs, ils ne peuvent marquer que des heures qui ſont toujours un peu fauſſes dans tous les Cadrans; ce ſont les premieres du matin & les dernieres du ſoir. La réfraction des rayons du Soleil cauſe cette imperfection.

SECTION V.

Maniere de poſer l'axe aux Cadrans verticaux déclinans & non déclinans.

245. ON fait conſtruire l'axe, & on le poſe de la maniere ſuivante. Il doit être aſſez long, pour que ſon ombre puiſſe atteindre juſqu'aux lignes horaires les plus courtes, dans le temps où ſon ombre eſt la plus courte, comme elle l'eſt à Midi au ſolſtice d'Hyver ſur le Cadran vertical. Pour cet effet on ſuivra la même regle que pour le Cadran horiſontal, c'eſt-à-dire, que ſa longueur doit être la même que la diſtance qui ſe trouve depuis le centre C du Cadran juſqu'à la ligne horaire du quart-d'heure avant ou après Midi. Si le Cadran marquoit les minutes, il faudroit que l'axe fût encore plus long, parce que les lignes horaires des minutes doivent être encore plus courtes que celles des quarts; par conſéquent, ſi le Cadran ne marquoit pas les quarts, mais ſeulement les demi-heures, on pourroit faire l'axe beaucoup plus court. En un mot, on peut toujours compter que lorſque l'ombre de l'axe eſt la plus courte, elle eſt à peu près égale à la longueur de l'axe, & même tant ſoit peu plus courte. Cette regle eſt aſſez générale. On voit par-là qu'il n'y a preſque point de Cadrans où l'axe ſoit aſſez long; on veut le faire tenir dans le mur par ſon bout ſupérieur, que l'on ſcelle dans le centre du Cadran, & tout le reſte eſt en l'air : c'eſt une mauvaiſe méthode, attendu qu'il n'eſt preſque pas poſſible de le bien poſer, & qu'il ne peut point demeurer long-temps dans ſa vraye ſituation, en ſuppoſant qu'il ait été bien poſé.

246. La longueur de l'axe déterminée, on tirera ſur une table aſſez grande, ou ſur le parquet, une ligne CO, qui repréſentera la ſouſtylaire, & le point C le centre du Cadran. On fera l'angle OCL égal à l'élévation du pôle ſur le plan, ou de la hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire, qui, dans notre exemple, eſt de 43° 10′. Nous avons aſſez répété en pluſieurs endroits comme on fait un angle du nombre de dégrés que l'on veut, ſoit par l'échelle des cordes, ſoit par l'échelle des parties égales. *Pl.* 8. *Fig.* 44.

Vers le milieu G de l'axe on tracera le grand ſupport GI, le faiſant paſſer au-delà de la ligne CO d'une quantité DI d'environ 6 pouces de long; ce ſera la partie qui ſera ſcellée dans le mur. Tracez un autre ſupport KH beaucoup plus petit, à 4 ou 5 pouces du bout C, & donnez-lui environ 4 ou 5 pouces de plus, pour entrer dans la muraille. Il faut que le grand ſupport ſoit fort juſqu'à 9 ou 10 lignes en quarré dans la partie qui entre dans la muraille, & allant en diminuant vers l'axe G, de façon qu'il ſoit même tant ſoit peu moins épais que l'axe. Si le Cadran eſt fort élevé, l'axe doit avoir 7 à 8 lignes de diametre ou de groſſeur, & moins à proportion, s'il eſt fort bas. L'axe doit ſe terminer en pointe bien aigue de chaque bout; mais cette pointe doit venir de loin au bout C, & être fort courte par le bout L. Il doit être rond, & également gros par-tout, ou bien, ſi l'on veut, on pourra le faire aller inſenſiblement en diminuant vers le bout C. Prenez garde que la pointe de chaque bout ſoit exactement au milieu de la groſſeur de l'axe. On fera river bien ſolidement les ſupports ſur la barre de l'axe, & on obſervera qu'il ſe tienne exactement droit d'un bout à l'autre, lorſqu'il eſt dans la ſituation où il doit être; car ordinairement il fléchit un peu, & devient convexe en deſſus dans ſa longueur; c'eſt pourquoi il eſt bon de le rendre tant ſoit peu

Pl. 8. *Fig.* 44. concave dans ſa longueur & ſon deſſus, afin que lorſqu'il ſera en place, il ſe trouve parfaitement en ligne droite. Cette derniere obſervation aura lieu particulierement en certains Cadrans, où l'on ne peut pas mettre de ſupport ſi avant. C'eſt ce que nous verrons dans la ſuite.

247. Il ne ſuffit pas que l'axe ſoit bien fait; la difficulté eſt de le bien poſer. Il ſeroit inutile d'avoir pris beaucoup de peine pour trouver exactement la déclinaiſon du plan, & d'avoir fait tous les calculs dont nous avons parlé, ſi on négligeoit de bien poſer l'axe. C'eſt une partie ſi eſſentielle, que ſi l'axe n'eſt pas bien préciſément parallele à l'axe du Monde ou de la Terre, tout le Cadran ſera faux, quoique bien tracé d'ailleurs. Le calcul a donné ſa véritable ſituation; il eſt queſtion de l'y bien mettre. Voici donc comment il faut s'y prendre.

On couchera l'axe ſur le parquet ou ſur une grande table, de façon que le centre de la barre CL, qui répond à la pointe de chaque bout, ſoit préciſément ſur la ligne CL, qui fait l'angle de la hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire avec la ligne CO. Meſurez exactement la longueur de la barre CL depuis l'extrémité de la pointe d'un bout juſqu'à l'extrémité de la pointe de l'autre bout : portez cette meſure ſur la *Pl.* 3. ligne CO de C en B. Meſurez enſuite l'eſpace de B *Fig.* 21. en L, & portez cet eſpace ſur la double équerre, depuis le bord C juſqu'en X, où vous marquerez un point. Il faudra planter un bout de cuivre au point X qui affleure le bois, & on marquera ſur ce cuivre un point X, au moyen d'un poinçon bien aigu.

Pl. 8. *Fig.* 44. 248. Il ſera mieux, & plus juſte de chercher par le calcul la diſtance de B à L; on eſt pour lors diſpenſé de faire les opérations de l'article précédent : il ne faut que meſurer exactement la longueur de l'axe, comme nous avons dit; & après avoir écrit cette meſure, on fera l'analogie ſuivante :

Le

Pl. 8.
Fig. 44.

Le ſinus total
eſt à la longueur de l'axe,
comme le ſinus de la moitié de l'angle
entre la ſouſtylaire & l'axe
eſt à la moitié de la baſe;

c'eſt-à-dire, à la moitié de la diſtance de B à L.

Suppoſons la longueur de l'axe de 4564 parties, & l'angle entre la ſouſtylaire & l'axe de 43° 10′:

log. du nombre naturel 4564, 2^e terme, 365935
log. ſinus de la moitié de l'angle 43° 10′, qui eſt 21° 35′, 3^e terme. 956568

Somme & reſte . . . 1322503

qui eſt le log. de la moitié de la diſtance BL. Or ce logarithme cherché dans la Table des nombres naturels ſe rapporte au nombre naturel 1679; c'eſt la moitié de la diſtance de B à L: il faut donc doubler ce nombre, qui ſera 3358; voilà le nombre de parties de l'échelle des parties égales, qui eſt la diſtance de B à L, que l'on portera de C à X de la double équerre. Cette méthode eſt bien plus juſte que la précédente.

Pl. 3. *Fig.* 21.

249. Tout ainſi préparé, on préſentera l'axe ſur ſa place, faiſant convenir ſa barre ſur la ligne CA, qui eſt celle qui repréſente l'axe, & les deux ſupports ſeront couchés ſur la ſouſtylaire CS; de ſorte que l'axe tout entier ſera appliqué contre le mur. On marquera les trous pour les ſupports aux endroits où l'on voit que les ſupports coupent la ſouſtylaire. Les trous étant marqués, on retirera l'axe, & on fera faire les trous.

Pl. 13. *Fig.* 45.

Enſuite on prendra la meſure entiere de la longueur de l'axe; on la portera ſur la ſouſtylaire de C en P, & on tirera au point P une perpendiculaire

RT à la ſouſtylaire, ſuffiſamment longue de chaque côté, & à peu près autant que le pied AB de la double équerre, (*Pl. 3. Fig. 21.*)

On préſentera l'axe dans ſa place dans la même ſituation où il doit être poſé, & les ſupports dans leurs trous. Le bout C dans le petit trou C du centre du Cadran. On poſera la double équerre ſur le plan, en ſorte que le bord du pied AB ſoit poſé préciſément ſur la ligne RT, qui traverſe la ſouſtylaire. On fera convenir la ligne CD de la double équerre ſur le point P de la ſouſtylaire : on élevera ainſi la double équerre juſqu'à ce que le bout L de l'axe ſoit dans le point X de la double équerre, dont on fera bien appliquer le bord du pied AB contre le mur, les pointes y étant bien entrées. De peur que cette double équerre ne ſoit pas aſſez ſoutenue du côté du mur, on plantera dans le mur, & au deſſous de la double équerre deux ou trois clouds aſſez forts, pour empêcher qu'elle ne deſcende du côté du mur. On ſent bien qu'il faut être pluſieurs perſonnes pour poſer un axe, ſurtout s'il eſt grand.

Pl. 13. Fig. 45.

Pl. 13. Fig. 45. & Pl. 3. Fig. 21.

Tout étant dans cet état, on ſoutiendra l'axe dans ſa place, & on examinera ſi les ſupports ne ſont pas gênés dans leurs trous, ſi le bout C de l'axe porte bien dans le petit trou du centre du Cadran, & ſi le pied de la double équerre joint bien contre le mur : on prendra garde que les ſupports de l'axe ſoient bien libres dans les trous du mur. Si tout va bien, tandis que l'on ſoutiendra bien l'axe dans ſa place, au moyen de la double équerre, on remplira les trous de plâtre, & l'on commencera par mettre des cales ou des coins de bois à l'entour du petit ſupport, ſurtout en deſſous, afin de faire appliquer bien exactement le bout ſupérieur de l'axe dans le centre du Cadran. On réuſſira mieux en mettant des cales aſſez courtes dans le fond du trou tout à l'entour du ſupport ; on en mettra d'autres enſuite à

l'entrée. Mais avant que de finir d'arrêter le petit ſupport, on mettra des cales dans le fond du trou du grand ſupport, & enſuite on en enfoncera d'autres à l'entrée tout à l'entour, & ſurtout en deſſous; à meſure que l'on forcera ces cales à coups de marteau, on deſcendra un peu le bout D de la double équerre, & cela de moment à autre, pour voir ſi les cales ne forcent point l'axe dans quelqu'autre direction; en ce cas, on feroit mettre des cales, ou on enfonceroit davantage celles qui ſeroient du côté oppoſé à la fauſſe direction. C'eſt ainſi que l'on affermira bien l'axe, en ſcellant fortement les deux ſupports, & retirant la double équerre à tout moment, ſans que jamais ſon pied quitte la ligne RT, mais enſorte qu'il joigne toujours bien contre le mur ſur cette ligne; c'eſt à quoi l'on ſera toujours très-attentif. *Pl.* 13. *Fig.* 45. & *Pl.* 3. *Fig.* 21.

250. Il arrive ordinairement que lorſque l'on ſoutient l'axe par le moyen de la double équerre, le poids du grand ſupport le fait fléchir vers le milieu; de ſorte que dans cette ſituation, au lieu de faire une ligne droite, comme cela eſt eſſentiel, il fait une ligne courbe, ou devient concave dans ſa longueur: ce que l'on reconnoîtra en appliquant par deſſus l'axe, & tout de ſon long, une regle bien droite; on appliquera à tout moment cette regle, tandis que l'on enfoncera le cales; & ſi l'on voit que l'axe devient courbe en deſſus, on forcera le ſupport juſqu'à ce que l'axe ſoit dans ſa vraye ſituation, qu'il ſoit bien droit, & que ſon extrémité inférieure entre bien librement dans le milieu du petit trou X de cuivre du bout de la double équerre, & que le bout ſupérieur ſoit fortement appliqué dans le centre du Cadran.

251. L'axe poſé, il faut s'aſſurer encore qu'il eſt bien dans ſa vraye ſituation, & voici comment. Prenez ſur la ligne RT de part & d'autre de la ſouſ-

Pl. 13. *Fig.* 45. & *Pl.* 3. *Fig.* 21. tylaire CS deux distances égales RP & PT, de tel nombre de parties égales que vous voudrez, mais à peu près de la moitié de la distance de C à X de la double équerre. Quarrez le nombre des parties que contient l'espace PR : quarrez aussi le nombre des parties que contient CX de la double équerre : ajoutez ensemble le quarré de CX avec le quarré de PR : de la somme extrayez-en la racine quarrée ; cette racine sera la distance des points R ou T au point L qui est le bout de l'axe. Prenez donc sur le compas à verge le nombre des parties marqué par cette racine : mettez une pointe du compas au point R, l'autre doit aller toucher le bout L de l'axe : faites-en autant au point T ; si la pointe du compas se termine également au bout L de l'axe, soyez assuré que l'axe est bien situé & exactement posé. Exemple :

Je suppose que la partie CX de la double équerre contienne 3358, je quarre ce nombre, c'est-à-dire, je le multiplie par lui-même, ainsi :

3358
3358
26864
16790
10074
10074

Ce produit 11276164 est le quarré du nombre 3358. Je suppose que la partie PR contienne 1682 je quarre encore ce nombre. 1682

3364
13456
10092
1682

J'ajoute ce produit 2829124
avec le précédent 11276164

14105288

Somme des deux produits, dont j'extrais la racine quarrée en cette ſorte : *Pl.* 13. *Fig.* 45. & *Pl.* 3. *Fig.* 21.

4 7
46 22
5 91 57 63
14, 10, 52, 88 | 3755 ; ce nombre eſt la racine quarrée de
3 67 45 05
7 75

14105288. On prendra donc ſur le compas à verge la diſtance de 3755 parties, ou plutôt 3756, parce que l'excédent eſt preſque une unité, & l'on fera le reſte comme ci-deſſus. Les plans n'étant jamais parfaits, il faut prendre garde que les endroits où ſont les points R & T ne ſoient ni élevés, ni enfoncés ; car alors il faudroit prendre les diſtances R & T plus grandes ou plus petites, ou les prendre inégales ; ce qui eſt indifférent : mais alors ce ſeroit deux quarrés différens.

Ceux qui ne ſçavent pas aſſez d'arithmétique pour faire l'extraction de la racine quarrée, ne peuvent pas éprouver la juſte poſition de l'axe par ce petit calcul, d'ailleurs trop nombreux pour être fait par les logarithmes qui ne ſont pas aſſez étendus. Ils ſe contenteront de s'aſſurer de la juſteſſe de la double équerre, afin que la ligne CD ſoit exactement perpendiculaire ſur la baſe AB.

252. Telles ſont les précautions requiſes pour poſer l'axe. Il eſt eſſentiel, comme nous l'avons dit, & nous ne ſçaurions aſſez le répéter, qu'il ſoit poſé avec toute la juſteſſe poſſible. Le moindre défaut qu'il y a dans ſa ſituation rend tout le Cadran faux. Je ſçais bien que tous ceux qui font des Cadrans n'y cherchent pas tant de façon, & n'y regardent pas de ſi près : auſſi voit-on ſi peu de bons Cadrans.

253. L'axe poſé, & ſes trous bien rebouchés & reparés avec du plâtre, pour que rien n'y paroiſſe,

on fera paſſer la derniere couche à l'huile qu'il convient être en bleu clair, de la même couleur que le ciel, dont le Cadran eſt la repréſentation. Cette couleur peut ſe compoſer avec de la céruſe & de l'émail à poudrer, ou de l'azur le plus clair. On paſſera deux couches de noir ſur tout l'axe, que l'on peut orner, ſi l'on veut, par des enroulemens. On peut dorer à l'huile les ornemens, &c. On peut compoſer le noir que l'on applique ſur l'axe avec du noir de fumée, un peu de litharge & un peu de terre d'ombre; le tout bien broyé enſemble avec de l'huile graſſe de lin ou de noix.

254. Le bleu & le noir étant ſecs, on tirera les lignes horaires de la groſſeur convenable, c'eſt-à-dire, d'une ligne ou davantage plus étroites que la groſſeur de l'axe. On ſe ſervira d'un fil fin ou d'une ſoye, que l'on rougira en la frottant d'un bout à l'autre avec de la ſanguine, ou bien on la noircira en la frottant avec de la craye noire, le tout bien ſec. On verra à travers la peinture les lignes horaires, qui ayant été imprimées dans le plan, ſeront encore viſibles, & ne ſeront pas couvertes par la peinture. A chaque bout de la ligne horaire on marquera un point de chaque côté de la ligne, & qui en ſoit également éloigné; de ſorte que d'un point à l'autre il y ait, par exemple, 6 lignes, ſi les lignes horaires doivent avoir 6 lignes de groſſeur. On tendra la ſoye d'un point à l'autre de la ligne horaire, & on pincera la ſoye, comme font les Charpentiers quand ils marquent leurs ouvrages. La ſoye frappant le plan y laiſſe une trace fine & bien droite. Quand on a tiré la ligne d'un côté de la ligne horaire, on en fait autant de l'autre côté, de façon que la ligne horaire ſe trouve exactement au milieu de ces deux lignes. On fera de même ſur toutes les lignes horaires, ne faiſant cette opération que de la longueur que doit être la ligne horaire, & frottant

la ſoye avec de la craye rouge ou noire à chaque ligne que l'on marque. Cette ſoye ne dure que pour 4 ou 5 lignes horaires, elle ſe déchire bientôt en la frottant avec la craye; c'eſt pourquoi il faut en avoir ſuffiſamment pour en changer. On ſe gardera bien de tirer ces lignes avec une pointe ou avec un couteau le long d'une regle: on couperoit la peinture, qui ne dureroit pas ſi long-temps. D'ailleurs les lignes ne ſeroient jamais auſſi droites avec la regle qu'avec le fil tendu. Obſervez de ne pas tacher ou ſallir la peinture ou couleur du Cadran en tirant les lignes avec la ſoye. On a ordinairement les mains de la couleur de la craye dont on ſe ſert; & ſi on n'y prend garde, on barbouille tout. On ne peut pas non plus tirer les lignes dont nous parlons avec un crayon le long d'une regle, parce que le plan n'étant jamais auſſi uni qu'un papier, le crayon étant émouſſé avant que d'avoir fini la ligne entiere, on ne fait rien de juſte; d'ailleurs c'eſt plus difficile.

255. Pour les chiffres horaires, on les deſſinera au crayon, leur donnant une grandeur & un corps ſuffiſant, ſelon l'élévation où ſe trouve le Cadran. Par exemple, on leur donnera 9 ou 10 pouces de hauteur, ſur 15 ou 18 lignes de corps, ſi le Cadran eſt élevé. Tout étant tracé & deſſiné, on fera ſuivre par le Peintre tout ce que l'on aura marqué, & on ſera toujours préſent pour s'aſſurer de l'exactitude du Peintre. Les lignes horaires avec les chiffres pourront être en noir; & ce noir ſe fera avec du noir d'yvoire pur, bien broyé avec l'huile graſſe de lin ou de noix. Il ſera bon de conſerver un peu de la même peinture bleue, dont on s'eſt ſervi, pour effacer les taches ou manquemens du Peintre, s'il y a lieu. Tout étant fini, on fera ôter l'échaffaudage en ſa préſence, pour empêcher qu'on ne gâte la peinture, & qu'on ne touche à l'axe avec quelque planche ou échelle, &c.

CHAPITRE VII.

Cadrans verticaux ſans centre.

Nous avons parlé des Cadrans verticaux qui ont le centre dans le plan même. On eſt ſouvent obligé d'en tracer qui ont leur centre hors du plan : on en fait même de cette eſpece ſans avoir ces raiſons, qui rendent cette conſtruction indiſpenſable. Comme c'eſt un ſujet dont la pratique eſt très-utile & fort ordinaire, nous le traiterons aſſez au long. Nous diviſerons ce Chapitre en trois Sections : dans la premiere, nous enſeignerons à trouver par le calcul les angles horaires des Cadrans verticaux ſans centre : nous donnerons deux exemples de ce calcul ; Dans la ſeconde, nous propoſerons une méthode de tracer ces ſortes de Cadrans, pourvû que le centre ne ſe trouve pas beaucoup éloigné du plan ; enſuite nous en enſeignerons une autre, qui eſt propre non ſeulement à tracer ceux-là, mais encore à tracer ceux dont le centre eſt extrêmement éloigné. Nous montrerons dans la troiſieme à poſer l'axe pour tous les Cadrans qui ont le centre hors du plan.

SECTION PREMIERE.

Trouver par le calcul les angles horaires des Cadrans verticaux ſans centre.

256. ON appelle un *Cadran ſans centre*, celui qui a ſon centre hors du plan ; car il y a d'autres Cadrans ſans centre, comme ſont le polaire, l'oriental, l'occidental, &c. Ce n'eſt pas de ceux

qui ſont abſolument ſans centre dont nous entendons parler, mais de ceux qui en ont un, & qui eſt hors du plan. Ainſi quand nous dirons un Cadran ſans centre, il faudra toujours entendre un Cadran dont le centre eſt hors du plan; c'eſt la façon ordinaire de s'exprimer.

257. On eſt obligé de faire un Cadran vertical ſans centre, lorſque le plan décline beaucoup, comme de 70° ou davantage. La raiſon en eſt, que plus le plan décline, plus les lignes horaires ſont ſerrées entr'elles aux environs de la ſouſtylaire, & ſi la déclinaiſon du plan eſt encore plus grande, les lignes horaires ſeront ſi ſerrées entr'elles, que ſi on leur donnoit la groſſeur convenable, elles ſe toucheroient mutuellement; ainſi il eſt indiſpenſable de faire le Cadran ſans centre pour cette raiſon.

258. Mais on peut, ſi on le veut, faire un Cadran ſans centre, quoique le plan décline fort peu, ou point du tout: c'eſt lorſque l'on veut que les heures ſoient plus écartées, ſoit pour y mettre les minutes de cinq en cinq, ſoit afin qu'il ſoit plus diſtinct pour être vû de loin. Dans ce cas, on ne peut le faire ſans centre, ſans retrancher quelque heure du matin ou du ſoir; ou ſi le plan ne décline preſque point, ſans retrancher quelque heure du matin & du ſoir. On ne feroit pas mal de retrancher dans tout Cadran vertical déclinant ou non déclinant, les heures du bon matin, ou les dernieres du ſoir, c'eſt-à-dire, les 4, 5 ou 6 heures du matin, & les 6, ou 7 & 8 heures du ſoir. Ces heures ſont toujours un peu fauſſes à cauſe de la réfraction. En ce cas, on pourroit faire tous les Cadrans verticaux ſans centre; cela ſeroit d'autant plus à propos, que le plan ſeroit petit & vû de loin.

259. Un Cadran vertical ſans centre n'eſt autre choſe qu'un Cadran tracé à l'ordinaire, dont les lignes horaires ſeroient fort longues de haut en bas,

comme de 20 pieds; & lorſqu'il ſeroit entierement tracé, on en retrancheroit 12 pieds dans ſa partie ſupérieure, pour ne laiſſer paroître que la partie inférieure qui n'auroit que 8 pieds de haut. Plus le plan eſt déclinant, plus loin du plan il faut porter le centre du Cadran; de ſorte que ſi le plan déclinoit de 89° 55′, il faudroit porter le centre prodigieuſement loin, peut-être à deux ou trois cens toiſes, ſelon la hauteur que l'on donneroit au ſtyle.

260. Nous avons vû, art. 157, que les lignes horaires des Cadrans orientaux & occidentaux ſont toutes paralleles entr'elles : on peut regarder ces Cadrans comme déclinans de 90°; mais un Cadran déclinant de 89° eſt preſque oriental ou occidental; auſſi ſes lignes horaires ſont preſque paralleles entr'elles, & approchent beaucoup de la ſituation des Cadrans orientaux & occidentaux; par conſéquent, leur centre doit être prodigieuſement éloigné. Auſſi plus le plan ſera déclinant, plus les lignes horaires approcheront du paralleliſme de celles du Cadran oriental & occidental : ce que l'on pourra remarquer dans la Planche 15. Fig. 47.

Pl. 15. *Fig.* 47.

261. Tout ce que nous venons de dire des lignes horaires des Cadrans verticaux ſans centre, doit être appliqué à leur axe pour tout ce qui peut lui convenir. Plus un Cadran eſt déclinant, plus ſon axe approche du paralleliſme à l'égard du plan; ſon bout inférieur n'eſt preſque pas plus éloigné du mur que ſon bout ſupérieur, &c.

262. Le calcul des angles horaires pour les Cadrans verticaux ſans centre eſt préciſément le même, que lorſqu'ils ont le centre dans le plan. Il n'y a rien de particulier à cet égard. Comme nous n'avons donné aucun exemple du calcul pour un Cadran fort déclinant, & que l'on pourroit y trouver quelque difficulté, en voici un pour un vertical déclinant du Midi vers l'Orient de 89° 15′. Nous

ſuppoſerons la hauteur du pôle de . . . . 46° 20
Nous ſuppoſerons encore que l'on a trouvé par les analogies des articles 205, 206, 207 & 208 les trois angles fondamentaux, qui ſont :

l'angle entre la Méridienne & la ſouſtylaire . . . . . 43° 40′
l'angle entre la ſouſtylaire & l'axe . . . 0° 31′
l'angle de la différence des Méridiens . 89° 27′

263. Ce Cadran étant ſuppoſé avoir ſa déclinaiſon orientale, la ſouſtylaire ſe trouvera du côté occidental parmi les heures du matin ; par conſéquent, pour calculer les heures du matin, il faut prendre la différence entre la diſtance du Soleil au Méridien, & la différence des longitudes. Faiſons donc ce calcul.

A 11 heures du matin, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 15°, qu'il faut ſouſtraire de 89° 27′, qui eſt la différence des Méridiens ou des longitudes ; reſte 74° 27′. On fera l'analogie de l'art. 210, & on aura 1° 52′, qui eſt l'angle horaire de 11 heures à l'égard de la ſouſtylaire.

A 10 heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 30°, qu'il faut retrancher de 89° 27′ : reſtera 59° 27′ ; ce qui étant calculé par l'analogie de l'art. 210, on aura 52 minutes pour l'angle horaire de 10 heures à l'égard de la ſouſtylaire.

A 9 heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 45°, que l'on ôtera de 89° 27′ : reſtera 44° 27′ ; ce qui étant calculé, donnera 30′ pour l'angle horaire de 9 heures.

A 8 heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 60°, qu'il faut ôter de 89° 27′ : reſte 29° 27′ ; ce qui étant calculé, donnera 17′ pour l'angle horaire de 8 heures.

A 7 heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 75°, qu'il faut ôter de 89° 27′ : reſte 14° 27′ ;

ce qui donnera 8′ pour l'angle horaire de 7 heures.

A 6 heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 90°, dont il faut ôter 89° 27′ : reſte 33′ ; ce qui étant calculé, donnera environ 18″ de dégré pour l'angle horaire de 6 heures à l'égard de la ſouſtylaire.

A 5 heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 105°, dont il faut ôter 89° 27 : reſte 15° 33′ ; ce qui donnera 9′ pour l'angle horaire de 5 heures.

A 4 heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 120°, dont il faut ôter 89° 27′ : reſte 30° 33′ ; ce qui donnera 20′ pour l'angle horaire de 4 heures du matin à l'égard de la ſouſtylaire.

Ce Cadran ne peut marquer aucune heure entiere après Midi. La ſouſtylaire étant au côté occidental du Cadran parmi les heures du matin que nous venons de calculer, on eſt obligé d'ajouter la différence des longitudes à la diſtance du Soleil au Méridien, pour calculer les heures de l'après Midi. Or la différence des longitudes eſt, comme nous l'avons vû (262), de 89° 27′, la diſtance du Soleil au Méridien pour une heure après Midi eſt de 15°, qui étant ajoutés à 89° 27′, feroient 104° 27′ ; ce qui ne peut pas ſe calculer, parce qu'il paſſe 90° : tout au plus il pourroit marquer Midi ; mais il faudroit qu'il fût prodigieuſement grand.

Pl. 16. *Fig.* 48. 264. Nous n'avons donné aucun exemple du calcul d'un Cadran vertical ſeptentrional déclinant : cependant comme il a quelque différence avec les autres, nous en donnerons ici un. Quoique ces Cadrans ne ſoient pas fort utiles, attendu qu'ils marquent fort peu d'heures, l'occaſion pourroit ſe préſenter d'en faire. Voici donc ce calcul.

Nous ſuppoſons un vertical ſeptentrional déclinant vers l'Occident de 88°, à la hauteur du pôle de 44° 50′. Il eſt à remarquer que lorſqu'il eſt queſtion du calcul d'un Cadran de cette eſpece, on doit en-

tendre par le mot diſtance du Soleil au Méridien, non pas la diſtance du Soleil au Méridien du jour, où le Soleil ſe trouve à Midi, mais le Méridien de la nuit, où le Soleil ſe trouve à Minuit. C'eſt donc de Minuit qu'il faut compter la diſtance du Soleil à l'heure propoſée. Par exemple, pour 8 heures du ſoir, s'il étoit queſtion de tout autre Cadran que du ſeptentrional, la diſtance du Soleil au Méridien ſeroit de 120°; mais en comptant du Méridien de la nuit, la diſtance du Soleil juſqu'à 8 heures eſt de 60°: car il il n'y a que 4 heures depuis 8 heures du ſoir juſqu'à Minuit, en comptant, comme nous l'avons toujours fait, 15° par heure. Ainſi des autres heures.

On trouvera par les analogies des articles 205, 206, 207 & 208 les trois angles fondamentaux, ſçavoir, l'angle entre la Méridienne, ou plutôt la ligne de Minuit & la ſouſtylaire de 45° 9′, celui de la hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire de 1° 25′, & l'angle de la différence des longitudes de 88° 35′. Voici la Table toute faite, dont la premiere colomne contient les heures; la ſeconde, la diſtance du Soleil au Méridien; la troiſieme, la même diſtance du Soleil au Méridien réduite par la différence des longitudes; la quatrieme, les angles horaires; & la cinquieme, les cordes des angles horaires.

8 heur.	60°	28° 35′	0° 46′	3.
7 . . .	75°	13° 35′	0° 20′	6.
6 . . .	90°	1° 25′	0° 2′	0.
5 . . .	105°	16° 25′	0° 25′	7.
4 . . .	120°	31° 25′	0° 52′	15.
3 . . .	135°	46° 25′	1° 29′	26.
2 . . .	150°	61° 25′	2° 36′	45.
1 . . .	165°	76° 25′	5° 50′	102.
Midi $\frac{3}{4}$	168° 45′	80° 10′	8° 7′	142.
Midi $\frac{1}{2}$	172° 30′	83° 35′	13° 14′	228.

SECTION II.

Maniere de tracer les Cadrans verticaux ſans centre, avec une autre méthode par le calcul, quelqu'éloigné que ſoit le centre.

265. Nous propoſerons pour exemple de tracer un Cadran vertical ſans centre, un déclinant du Septentrion : c'eſt celui que nous venons de calculer dans l'art. précédent 264. Nous ſuppoſons qu'on ne voudra pas le faire bien grand, & que par conſéquent on ne ſera pas obligé d'éloigner beaucoup le centre. La méthode ordinaire géométrique eſt dans le fond la même que celle que nous avons décrite, art. 197 : mais comme il faut doubler & même tripler les opérations ſur pluſieurs Equinoxiales qu'il faut tracer, ce qui produit néceſſairement un grand nombre de lignes ; nous allons donner une maniere

Pl. 16. *Fig.* 48.

plus ſimple, qui s'exécutera, pour ainſi dire, par le calcul. On le tracera premierement ſur une table.

On tirera la verticale CM, qui, dans tous les Cadrans tournés vers le Midi, ſeroit la ligne de Midi: mais ici c'eſt la ligne de Minuit; de façon que ſi la terre étoit tranſparente, elle marqueroit réellement Minuit. Vers le bas de cette ligne CM, on déterminera le centre M du Cadran, duquel on décrira un arc CE, ſur lequel on marquera tous les points horaires. On fera l'angle, compris entre la ligne de Minuit & la ſouſtylaire, de 45° 9′ ſur l'arc de cercle CE, à compter de la ligne de Minuit au point C vers E: l'angle de la hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire de 1° 25′, à compter de la ſouſtylaire; & tous les angles horaires de même, à compter toujours de la ſouſtylaire. *Pl. 16. Fig. 48.*

Tous les points horaires étant marqués ſur l'arc CE, on tirera des lignes du centre M, qui paſſent ſur les points horaires, & qui ſoient ſuffiſamment prolongées; ce ſeront les lignes horaires.

266. Enſuite on prendra la portion AGFD, auſſi loin que l'on voudra du centre M; ce ſera le Cadran tout tracé. La ligne CM, qui eſt dans le Cadran, eſt la parallele à la Méridienne de Minuit CM. On peut ſe paſſer, ſi l'on veut, de la ligne CM parallele à la ligne de Minuit; car AG, qui termine le Cadran, peut tenir lieu de cette parallele. Il faut dans ce cas la tirer bien verticale ſur le mur.

Si ce Cadran, au lieu d'être déclinant vers l'Occident, déclinoit vers l'Orient de la même quantité, il ne faudroit que le tourner, & le regarder par derriere ou à l'envers, ſuppoſé qu'on l'eût tracé ſur un papier aſſez tranſparent; on verroit un déclinant du Septentrion à l'Orient tout fait: mais au lieu d'y mettre les heures du ſoir, on y traceroit les heures du matin, à commencer par 4 heures.

267. Ces ſortes de Cadrans ſe doivent premierement tracer en grand ſur une table ou ſur le parquet ; c'eſt ce qu'il faut faire avec beaucoup de ſoin & de préciſion, & en tranſporter toutes les meſures ſur le mur, comme nous allons le décrire. Preñons pour exemple le Cadran de la Fig. 46, Pl. 14. Nous préférons celui-ci à celui que nous venons de calculer, parce qu'il eſt d'un uſage plus ordinaire.

Pl. 14. *Fig.* 46.

Tirez la ligne horiſontale HR, qui ſoit perpendiculaire à la Méridienne FB. Tirez également une autre horiſontale QZ, parallele à la premiere. Vous pouvez placer ces deux lignes à volonté, ſelon la partie du Cadran que vous ſouhaiterez faire paroître, les heures que vous voudrez retrancher, & ſelon que leur diſtance entr'elles devra être grande ou petite.

268. Prenez une regle de bois bien mince, & preſque tranchante de ſes deux bords, par un chamfrain fait des deux côtés de la même face. Appliquez, par la face non chamfrainée, un bord de la regle le long de la ligne horiſontale HR, & marquez ſur ce même bord des points à toutes les interſections des lignes horaires qui ſe trouveront ſur HR. Notez particulierement le point de la Méridienne, afin de le diſtinguer des autres. Enſuite prenez, ſur l'autre bord de la même regle & ſur la même face, les interſections des points horaires, ſur l'autre horiſontale QZ, marquant particulierement le point de la Méridienne.

269. Vous aurez une autre regle ſemblable à la premiere. Vous la couperez juſte à la diſtance de H à Q. Vous l'appliquerez juſte & verticalement d'une horiſontale à l'autre, le long de la ligne HQ, & vous marquerez ſur ſon bord preſque tranchant, les interſections des lignes horaires qui s'y trouveront. Vous en ferez autant du côté oppoſé RZ, s'il y a des points horaires à prendre. Vous aurez ſoin de

Pl. 14. *Fig.* 46.

de faire une marque particuliere à chaque regle, afin de la remettre dans ſa véritable ſituation ſur le plan, pour ne rien confondre.

270. Vos regles étant prêtes, vous tirerez ſur le plan l'horiſontale H R, vers l'extrémité ſupérieure. Vous en tirerez une autre QZ vers le bas du plan à la diſtance préciſe & conforme à la meſure que vous aurez priſe ſur le parquet. Vous meſurerez les deux verticales HQ & RZ, aux deux côtés du plan. Enſuite vous appliquerez ſur le plan, au long de la ligne HR, la regle qui contient les points horaires qui conviennent à cette ligne, & les tranſporterez ainſi ſur le mur. Vous marquerez également, au moyen de l'autre bord de la même regle, les points horaires ſur l'autre horiſontale QZ d'en bas. Vous prendrez l'autre regle qui contient les points horaires convenables aux deux verticales HQ & RZ, l'appliquerez ſur chacune, & vous marquerez ainſi ſur le plan les points horaires convenables; enſuite en appliquant une autre regle aſſez longue ſur chaque point horaire correſpondant, vous tracerez les lignes horaires avec la pointe d'un coûteau; ou bien, au moyen d'un fil de ſoie blanchi ou noirci, comme nous avons dit ailleurs: elles en ſeront encore plus droites. *Pl.* 14. *Fig.* 46.

271. Il eſt néceſſaire de tirer les deux verticales HQ & RZ bien exactement avec un plomb ſuſpendu à une ſoie; enſuite on examinera avec la regle qui contient la diſtance d'une verticale à l'autre, ſi cette diſtance eſt bien exacte de haut en bas, & bien égale d'un bout à l'autre. On tirera les deux horiſontales avec un bon niveau, on verra ſi elles ſont bien paralleles, & à la diſtance conforme à la meſure que l'on aura priſe ſur le parquet. Je ſuppoſe que l'on a auparavant opéré ſur le parquet avec toute la préciſion poſſible; ce qui eſt eſſentiel. Quand on marquera les points horaires ſur les bords des regles,

ce ſera avec une pointe bien fine ou la pointe d'un canif. Toutes ces opérations étant faites, on achevera le Cadran, comme il a été dit ci-devant aux articles 243, 244, 253, 254 & 255. Cette méthode de tracer les Cadrans verticaux ſans centre, ou pour mieux dire, d'en tranſporter les points horaires ſur le mur, eſt fort ſimple, fort ſûre & exacte, ſi on l'exécute avec ſoin.

272. Voici une autre méthode de tracer les verticaux ſans centre : elle eſt générale, ſoit que le centre ne ſoit que peu diſtant du plan, ſoit qu'il en ſoit prodigieuſement éloigné. Il y a fort peu de lignes de conſtruction, & tout le reſte s'exécutera par le calcul. On tirera une horiſontale, la ſouſtylaire & deux perpendiculaires à cette derniere. Enſuite on cherchera les points horaires ſur ces deux perpendiculaires. On verra le détail de cette méthode dans les articles ſuivans, où nous prendrons pour exemple le déclinant du Midi à l'Orient de 89° 15′, tel que nous l'avons calculé, art. 262 & 263.

273. Sur une table à part, ou ſur le plan même, on menera l'horiſontale HR, ſur laquelle on choiſira *Pl.* 15. un point P, par lequel on ſe propoſe de faire paſſer *Fig.* 47. la ſouſtylaire. On déterminera la hauteur du ſtyle en ce point, par exemple, de 250 parties de l'échelle ou davantage, ſelon que l'on voudra que le Cadran ſoit grand. On tracera la ſouſtylaire en cette ſorte : on fera ſur l'horiſontale HR l'angle *p* PR égal au complément de l'angle formé par la Méridienne & la ſouſtylaire. Dans le cas préſent, cet angle *p* PR eſt de 46° 20′, qui eſt le complément de 43° 40′, que nous avons vû ci-deſſus (262) être l'angle entre la Méridienne & la ſouſtylaire. Pour faire cet angle de 46° 20′ exactement de cette valeur, on prendra ſur HR la partie PR de 500 parties de l'échelle ; on élevera ſur ce point R la perpendiculaire RN, que l'on fera égale à autant de parties de l'échelle que

la tangente de *p* PR en contiendra, après en avoir retranché deux chiffres. Dans notre exemple cette tangente, telle qu'on la trouve dans la Table des tangentes naturelles, eſt de 1048, dont on ne prendra que la moitié, à cauſe que l'on n'a donné que 500 parties à la diſtance de P à R. Si l'on avoit fait PR de 1000 parties, on auroit dû prendre le nombre entier ci-deſſus 1048. Ainſi l'on fera RN de 524 parties de l'échelle, qui ſont la moitié de 1048. Si l'on faiſoit PR de 2 ou 3 mille parties, il faudroit doubler ou tripler la tangente 1048. Le point N étant ainſi déterminé ſur RN, on tirera la ligne PN*p*, qui paſſe par PN; ce ſera la ſouſtylaire.

274. Pour avoir une parallele à l'Equinoxiale, on menera une perpendiculaire EQ, qui paſſe ſur le point P. C'eſt ſur cette parallele qu'il faut trouver les points horaires; pour cela on fera l'analogie ſuivante :

Le ſinus de l'angle compris entre l'axe & la ſouſtylaire, c'eſt ici 31′, *Pl.* 15. *Fig.* 47.
eſt à la hauteur du ſtyle de 250 parties,
comme la tangente de l'angle au centre du Cadran, entre la ſouſtylaire & la ligne horaire de 11 heures, ici de 1° 52′
eſt au nombre des parties de l'échelle que contient la partie P 11 *de la parallele à l'Equinoxiale.*

Le logarithme de 250, ſecond terme de l'analogie eſt 239794
le log. tangente de 1° 52′, troiſiéme terme, eſt 851310

Somme . . . 1091104
de laquelle il faut ſouſtraire le log. ſinus du premier

terme, 31′, qui eſt 795508

Reſte . . . 295596

qui cherché dans la Table des logarithmes des nombres naturels, répond au nombre 904. Ainſi de P à 11 il y aura 904 parties de l'échelle; ce qui ſera le point horaire de 11 heures.

En répétant la même analogie pour chaque point horaire, on trouvera P 10 de 420 parties; P 9, de 242; P 8, de 137; P 7, de 65; P 6, de 2; P 5, de 73; P 4, de 162. Si l'on porte ces diſtances de l'échelle des parties égales ſur la parallele à l'Equinoxiale EQ, en partant toujours du point P, on aura un point de chaque ligne horaire. Mais afin de pouvoir tracer ces lignes, il faut encore déterminer un autre point de chacune.

275. Tracez une autre parallele à l'Equinoxiale *e p q* auſſi éloignée que vous pourrez de la premiere EPQ. Il ſuffira de tirer la ligne *e p q* parallele à EPQ. Meſurez avec le compas à verge la diſtance qui ſe trouve entre les deux paralleles de P à *p*. Je ſuppoſe que vous y ayez trouvé 939 parties de l'échelle des parties égales. Mais il s'agit de trouver la diſtance de P au centre du Cadran par l'analogie ſuivante :

Pl. 15. *Fig.* 47.

La tangente de l'angle que fait l'axe avec la ſouſtylaire, qui eſt ici de 31′, *eſt à la hauteur du ſtyle* de 250 parties, *comme le ſinus total eſt à la diſtance cherchée* de P au centre du Cadran.

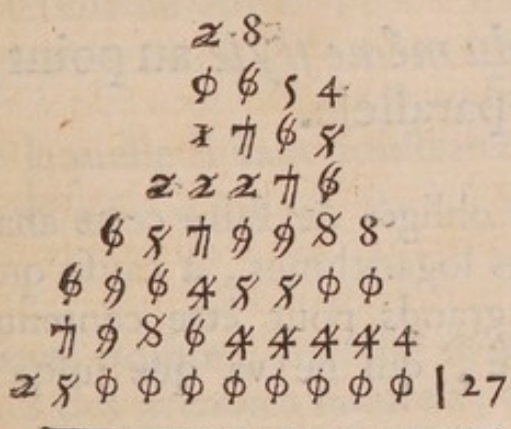
Comme le quatriéme terme, qui eſt la diſtance de P au centre du Cadran, peut faire un fort grand nombre, qui ne ſe trouveroit point dans la Table

des logarithmes, nous ſerons obligés de faire cette analogie ſans le ſecours des logarithmes.

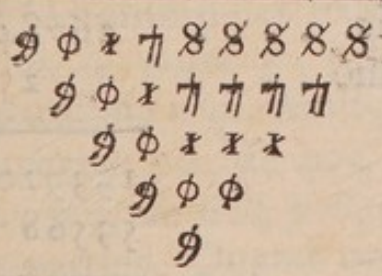
Hauteur du ſtyle . 250
Sinus total 10000000

Produit . . 2500000000

qu'il faut diviſer par le premier terme. Or la tangente de 31′ eſt 90178; ce ſera le diviſeur.



27723 quotient, qui eſt le



nombre des parties qui expriment la diſtance du point P au centre du Cadran. En comptant 15 pouces pour chaque 1000 parties, (ſi cette opération ſe faiſoit en grand,) ce ſeroit près de 35 pieds. Mais pour la figure préſente, le centre du Cadran ſe trouve éloigné du point P de près de ſept pieds ſeulement.

Il faut ôter de ce nombre 27723, celui qui eſt contenu entre les deux paralleles, ou du point P au point *p*, que nous avons trouvé ci-devant de 939 parties: il reſtera 26784; c'eſt-à-dire, que depuis le point *p*, juſqu'au centre du Cadran, il y a 26784 parties. Pour avoir la hauteur du ſtyle ſur la ſouſtylaire au point *p*, on fera l'analogie ſuivante:

Pl. 15. *Fig.* 47. *La distance du point* P *au centre du Cadran*, qui est ici de 27723 parties
est à la distance du point p *au même centre*, qui est ici de 26784 parties, ci-devant trouvées,
comme la hauteur PS *du style*, ici de 250 parties,
est à la hauteur du même style au point *p* de la seconde parallele.

Nous sommes encore obligés de faire cette analogie sans le secours des logarithmes, à cause que les nombres sont trop grands pour être contenus dans la Table ordinaire, qui ne va que jusqu'à 10000.

Second terme de l'analogie.	26784
A multiplier par le 3^{e} terme	250
	1339200
	53568
Produit. .	6696000

qu'il faut diviser par le premier terme.

4
15
227
3433
11166
22248 7
6696000 | 241 : ce quotient donne
2773333
277322
2773

la hauteur du style de *p* à *s*. Ensuite on répétera le

même calcul de l'analogie énoncée au commencement de l'article 264, pour trouver les points horaires ſur la ſeconde parallele *e p q*. En voici un exemple, pour trouver le point horaire de 11 heures: nous pourrons nous ſervir des logatihmes.

log. de 241, hauteur du ſtyle, ſecond terme.	238202	*Pl.* 15.
log. tangente de 1° 52′ pour 11 heures, troiſiéme terme	851310	*Fig.* 74.
Somme . . .	1089512	
de laquelle il faut ſouſtraire le log. ſinus de 31′	795508	
Reſte. . .	294004	

lequel nombre cherché dans la Table des logarithmes des nombres naturels, ſe trouve vis-à-vis 871; c'eſt le nombre des parties qui expriment la diſtance depuis le point *p*, juſqu'au point horaire 11, ſur la parallele *e q*. Ainſi, en continuant le calcul, on trouvera *p* 10, de 404 parties; *p* 9, de 233; *p* 8, de 132; *p* 7, de 62; *p* 6, de 2; *p* 5, de 70, & *p* 4, de 155 parties. Quand on aura trouvé tous les points horaires ſur les deux paralleles, à droite & à gauche des points P & *p*, on menera des lignes droites qui paſſent ſur ces points correſpondans: ce ſeront les lignes horaires.

276. Si on veut que le Cadran ſoit grand, il faut prendre la hauteur du ſtyle d'un plus grand nombre de parties, comme de 1000, ou 2000, ou 3000 parties. Tout dépend de la hauteur du ſtyle. Plus il ſera haut, plus le centre ſera éloigné. Si on lui avoit donné 1000 parties, ce qui feroit 15 pouces de haut, (c'eſt la moindre hauteur que l'on puiſſe donner pour un grand Cadran,) le centre ſe trouveroit éloigné d'environ 140 pieds, ou 23 toiſes. On peut remarquer combien la méthode que

nous donnons eſt avantageuſe pour tracer avec beaucoup de préciſion ces ſortes de Cadrans. Il n'eſt pas néceſſaire d'en trouver réellement le centre : ſa diſtance trouvée par le calcul, ſuffit pour calculer les points horaires.

Pl. 15. *Fig.* 47. 277. C'eſt dans ce Cadran où l'on apperçoit viſiblement la néceſſité indiſpenſable de mettre le centre hors du plan. Les angles horaires ſont fort petits à l'égard de la ſouſtylaire, puiſqu'il y en a de 8 & de 9 minutes de dégré ; les autres n'ont, l'un que 30′, l'autre que 42′, l'autre que 17′, &c. il eſt donc abſolument impratiquable de faire ſervir ce Cadran ſans mettre le centre bien loin du plan.

278. Nous avons vû, art. 156, que dans les Cadrans orientaux & occidentaux, la ſouſtylaire n'eſt autre choſe que la ligne de 6 heures. Comme ce Cadran-ci eſt preſque entierement oriental, la ſouſtylaire eſt preſque ſur la ligne de 6 heures ; puiſqu'elle n'en eſt éloignée que d'environ 18 ſecondes de dégré, qui ne font pas le tiers d'une minute ; ce qui n'eſt preſque pas ſenſible.

279. Si le Cadran, que nous appellerons pour un moment oriental, déclinant vers le Midi, étoit déclinant vers le Septentrion, alors au lieu de faire venir les lignes horaires d'un centre poſé vers le haut du plan, il faudroit les faire venir d'un centre poſé vers le bas du Cadran, & l'axe également regarderoit en haut : les lignes horaires viendroient d'en bas vers la droite, ſi le Cadran ſeptentrional déclinoit vers l'Occident ; ou de la gauche, s'il déclinoit vers l'Orient ; ou bien, en ſuppoſant qu'il ſeroit tracé ſur un papier, il ne faudroit que le regarder à l'envers ; on verroit à travers le papier le Cadran tel qu'il doit être. Ainſi toutes les fois que l'on voit des Cadrans, qui ont leurs lignes horaires plus écartées entr'elles vers le haut que vers le bas, ce ſont toujours des ſeptentrionaux. Si leur axe eſt obliquement

poſé, ils ſont toujours déclinans. Si les lignes horaires ſont preſque paralleles, ils ſeront beaucoup déclinans.

SECTION III.

Maniere de poſer l'axe des Cadrans verticaux qui n'ont pas le centre dans le plan.

280. LA maniere de conſtruire l'axe & de le poſer, eſt un peu différente de celle que nous avons décrite pour les Cadrans, qui ont leur centre ſur le plan. Voici comment il faudra faire. On tracera ſur une Table aſſez grande la ligne indéfinie CSX, qui repréſentera la ſouſtylaire C*f* X de la Fig. 46. On tracera auſſi la ligne CAY, qui faſſe l'angle XCY égal à la hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire. On déterminera ſur le Cadran, Fig. 46. que l'on aura auparavant tracé ſur le parquet, les points *f* & X ſur la ſouſtylaire, qui doivent faire la longueur que l'on veut donner à l'axe. On tirera à part, à la Fig. 49. la perpendiculaire SA, de la même longueur de *f g*. On tirera une perpendiculaire XY de la même longueur de *a* à Y. On fera faire l'axe avec un ou deux ſupports par le Serrurier. On tirera les deux perpendiculaires à la ſouſtylaire *h g*, & *t b*; on portera la diſtance *f g* ſur CN de la triple équerre. On portera auſſi la diſtance de *a* à Y ſur CX de la double équerre. Enſuite on préſentera l'axe ſur ſa place en le couchant ſur le plan, de façon que ſa barre réponde ſur la ligne CY de la hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire; & on marquera le trou ou les deux trous ſur l'endroit où le ſupport coupe la ſouſtylaire. Le trou étant fait, on poſera la double équerre ſur le plan; en ſorte que la baſe ACB de la double équerre

Pl. 8. *Fig.* 49. *Pl.* 14. *Pl.* 17. *Fig.* 50.

convienne exactement avec la ligne *t a b*, tracée ſur le plan; on mettra l'axe dans ſa place, en ſorte que ſa pointe inférieure Y ſoit dans le point X de la double équerre. On poſera la triple équerre, faiſant en ſorte que ſa baſe ACB ſe trouve juſtement ſur la ligne *h f g* tracée ſur le plan. On fera auſſi bien attention que la ligne CD de la double équerre ſoit ſur le point *a* de la ſouſtylaire, & que la ligne CD de la triple équerre ſoit préciſément ſur le point *f* de la ſouſtylaire. La pointe A de l'axe ſera dans le point N de la triple équerre. On voit tout cela repréſenté dans la Fig. 50. Pl. 16.

Pl. 16. *Fig.* 50.

Tout étant ainſi diſpoſé, on fera ſceller l'axe, obſervant tout ce qui eſt détaillé dans la Section 5. du Chapitre 6. pour tout ce qui eſt applicable au ſujet préſent : ſi l'axe eſt d'une longueur conſidérable, il faut y mettre deux ſupports.

CHAPITRE VIII.

Cadrans inclinés.

ON appelle *Cadran incliné* celui qui n'eſt ni horiſontal, ni vertical. Quoique les Cadrans inclinés ſoient d'un uſage aſſez rare & d'une petite utilité, nous en traiterons cependant en faveur de ceux qui ſeront curieux d'en faire. Il eſt des cas où il eſt bon d'en être inſtruit; nous devons avertir que ces ſortes de Cadrans ſont plus compoſés & plus difficiles que les autres. Cependant, pourvû que l'on ait bien entendu tout ce qui a été dit juſqu'à préſent, on entrera plus aiſément dans l'intelligence de ceux-ci. Nous diviſerons ce Chapitre en 6 Sections: nous donnerons dans la premiere quelques notions

préliminaires, avec la maniere de meſurer l'inclinaiſon d'un plan : dans la ſeconde nous parlerons des Cadrans inclinés ſupérieurs du Midi, & inférieurs du Nord, non déclinans : dans la troiſiéme, des Cadrans ſupérieurs du Nord, & inférieurs du Midi, non déclinans : dans la quatriéme, des Cadrans inclinés orientaux & occidentaux, non déclinans : dans la cinquiéme, des Cadrans inclinés déclinans, avec la maniere de trouver la déclinaiſon d'un plan incliné : dans la ſixiéme, nous enſeignerons à tracer par le calcul pluſieurs lignes, & les points horaires des Cadrans inclinés.

SECTION PREMIERE.

Notions préliminaires, avec la maniere de meſurer l'inclinaiſon d'un plan.

281. LEs Cadrans inclinés ſont ceux dont le plan fait un angle aigu avec l'horiſon, & l'inclinaiſon eſt cet angle aigu que le plan fait avec l'horiſon; ſur quoi on remarquera qu'il ne faut point confondre le côté où il faut prendre cet angle d'inclinaiſon. C'eſt toujours du côté de l'horiſontal que l'on commence à compter les dégrés d'inclinaiſon, & non du côté du vertical. Nous avons dit que l'inclinaiſon d'un plan eſt un angle aigu; car il ne peut-être ni droit, ni obtus. S'il étoit droit, le plan ſeroit vertical; s'il étoit obtus, il faudroit compter les dégrés au rebours, c'eſt-à-dire, du côté oppoſé. Une figure éclaircira ce que nous diſons. HR repréſente *Pl.* 18. l'horiſon; DC repréſente le plan incliné ſur lequel *Fig.* 51. on veut conſtruire le Cadran; BC eſt un autre plan encore plus incliné; c'eſt-à-dire, plus approchant du vertical AC. On voit par cette figure que l'angle

de l'inclinaiſon d'un plan eſt toujours aigu, puiſqu'il faut toujours compter les dégrés de cet angle depuis H juſqu'à D ou B, & jamais depuis A.

282. Il y a deux ſortes de Cadrans inclinés : les uns ſont ſupérieurs, comme DC du côté de E ; & les autres inférieurs, comme le côté G, qui eſt le deſſous de DC. De plus, les Cadrans inclinés ſont ou déclinans, ou non déclinans, étant tournés directement, ou vers le Midi, ou vers le Nord, ou vers l'Orient, ou vers l'Occident. Les déclinans ſont ceux qui regardent obliquement ou le Midi ou le Nord, & les uns & les autres déclinent, ou vers l'Orient, ou vers l'Occident.

283. La plûpart des regles, dont nous avons parlé juſqu'à préſent, qui ſont propres aux autres Cadrans, ſont les mêmes, & communes aux Cadrans inclinés, comme ſont les ſuivantes : La ſouſtylaire & l'Equinoxiale ſe coupent toujours à angles droits. La verticale & l'horiſontale du plan ſe coupent à angles droits. La ſouſtylaire paſſe par le pied du ſtyle, & rencontre toujours le centre du Cadran. L'Equinoxiale paſſe par le point de ſix heures pris ſur l'horiſontale : cette Equinoxiale paſſe auſſi par un point de la Méridienne ; ainſi, quand on connoît ces deux points, on peut tracer l'Equinoxiale.

284. Outre ces regles générales, qui ſont communes à tous les Cadrans, les inclinés en ont de particulieres. Il y a un point marqué ſur le plan, que l'on appelle le zénit ou le nadir ; c'eſt le point du plan auquel aboutiroit une ligne tirée du zénit ou du nadir du Ciel, & qui paſſeroit par le ſommet du ſtyle. Nous appellerons ce point du plan, *point vertical* ; parce que toutes les lignes qui repréſentent des cercles verticaux paſſent par ce point. Il s'enſuit donc, 1°. qu'il n'y a point de zénit ni de nadir dans les plans verticaux : 2°. que ce point eſt le même que le pied du ſtyle dans le plan horiſontal : 3°. qu'il

en eſt différent dans le plan incliné ; en ſorte qu'il eſt au-deſſous du pied du ſtyle & de la ligne horiſontale dans le plan ſupérieur, & au-deſſus de l'un & de l'autre dans le plan inférieur.

285. La verticale du plan doit paſſer par le zénit ou le nadir marqué ſur le plan, ou, autrement dit, ſur le point vertical. Cette ligne, c'eſt-à-dire, la verticale du plan, doit auſſi paſſer par le pied du ſtyle, comme dans tous les autres Cadrans. Mais l'horiſontale du plan ne paſſe point par le pied du ſtyle, comme nous venons de dire.

286. La Méridienne paſſe par le point vertical. Elle doit auſſi rencontrer le centre du Cadran, comme dans tous les autres Cadrans, & de plus un point de l'horiſontale, par lequel paſſe la ligne de déclinaiſon, dont nous parlerons dans la ſuite. Deux de ces trois points ſuffiſent pour tracer la Méridienne.

287. Nous avons dit que la Méridienne eſt toujours une ligne verticale, ou tendante de haut en bas & à plomb. Elle eſt également à plomb dans tous les Cadrans inclinés non déclinans ; mais lorſqu'ils ſont déclinans, cette ligne ſe trouve oblique.

288. On commencera par planter le faux ſtyle, dont on trouvera le pied de la même maniere qu'aux Cadrans verticaux : on tracera la verticale qui doit paſſer par le pied du ſtyle, & par le point vertical. Voici la maniere de trouver ce point vertical.

289. Si le Cadran incliné eſt ſupérieur, il faut ſuſpendre au ſommet du ſtyle, ou trou de la plaque, un fil avec ſon plomb pointu par le bas, & l'endroit du plan, où la pointe inférieure du plomb touchera, ſera le point vertical cherché. Mais ſi le plan eſt inférieur, on ſuſpendra le plomb de maniere que ſa pointe touche au ſommet du ſtyle ; & l'endroit du plan, où le fil touchera vers le haut, ſera également le point vertical. Si on tire une ligne, qui paſſe par

le pied du ſtyle & par le point vertical, ce ſera la verticale du plan.

Pl. 19. *Fig.* 52. 290. Pour trouver l'inclinaiſon d'un plan, on pourra s'y prendre de deux manieres. On choiſira celle que l'on voudra. Voici la premiere : on tirera du pied P du ſtyle une perpendiculaire à la verticale, ſçavoir, PY, ſur laquelle on prendra, depuis ce pied P, une partie PX égale à la hauteur du ſtyle. L'extrémité X ſera le centre diviſeur de la verticale, duquel on tirera une ligne XV au point vertical V. L'angle PXV, compris entre ces deux lignes, ſera égal à l'inclinaiſon du plan. Pour connoître la valeur de l'angle X, on ſe ſervira d'un demi-cercle, ou du compas de proportion, ou mieux du calcul. Pour cela, on meſurera la longueur des lignes PV & PX ; enſuite on fera l'analogie ſuivante :

Pl. 19. *Fig.* 52. & *Pl.* 21. *Fig.* 58.

Le côté PX
eſt au ſinus total,
comme le côté PV
eſt à la tangente de l'angle PXV.

291. La ſeconde méthode de trouver l'inclinaiſon d'un plan, conſiſte à ſe ſervir d'un inſtrument, dont la conſtruction eſt fort aiſée ; on prendra un demi-cercle ordinaire : le plus grand ſera le plus propre à cela. On l'attachera avec du maſtic, ou autrement, ſur une planche de bois ou de cuivre, de la forme d'un quarré long ABCD. Il eſt néceſſaire que cette planche ſoit bien exactement à angles droits. On fixera une ſoie au centre E du demi-cercle, avec un plomb au bout de la ſoie, & l'inſtrument ſera fait. Pour s'en ſervir, on appliquera le côté AD ſur le plan incliné ſupérieur, tenant l'inſtrument verticalement, & là où la ſoie s'arrêtera, elle marquera ſur le demi-cercle le nombre des dégrés de l'inclinaiſon

Pl. 18. *Fig.* 53.

du plan, à compter toujours depuis l'horiſon. On peut appliquer le même côté AD ſur le plan incliné inférieur, ou le côté AB; cela reviendra au même. Il faut pourtant avouer que n'étant pas toujours aiſé d'avoir un demi-cercle aſſez grand, pour qu'il y ait les minutes de dégré, on ne ſçauroit avoir par cette voye l'inclinaiſon d'un plan aſſez exactement. On pourra, dans ce cas, préferer la premiere méthode, ſi le demi-cercle n'étoit pas à minutes. Il eſt eſſentiel d'avoir exactement l'inclinaiſon du plan.

292. Après cela on tracera l'horiſontale: on tirera la ligne XO perpendiculaire à XV, c'eſt-à-dire, on fera l'angle droit OXV; le point O de la verticale OV auquel aboutira la ligne XO, ſera celui par lequel doit paſſer l'horiſontale, qui doit être perpendiculaire à la verticale. Après avoir établi toutes les notions précedentes, nous paſſerons à la ſeconde Section. *Pl.* 19. *Fig.* 52. ou *Pl.* 21. *Fig.* 58.

SECTION II.

Cadrans inclinés ſupérieurs du Midi, & inférieurs du Nord non déclinans.

293. Les Cadrans inclinés, dont nous parlons dans cette Section, ſont ceux qui ſont tournés directement vers le Midi ou vers le Nord, quoique inclinés de façon que le côté qui eſt en talud comme une pyramide, ſoit directement tourné vers le Midi; & l'autre côté, ſuppoſé parallele à celui-ci, & qui ſeroit en pente vers la terre, ſeroit directement tourné vers le Nord.

294. Après avoir fait toutes les opérations, dont nous avons parlé dans la Section précédente, il faut reconnoître quelle eſt l'élévation du pôle ſur le plan. Or cette élévation du pôle ſe trouve facilement; car

l'inclinaiſon du plan eſt ou plus grande que l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu, ou plus petite, ou égale. Dans les deux premiers cas, la hauteur du pôle ſur le plan eſt égale à la différence de l'inclinaiſon du plan, & de la hauteur du pôle ſur l'horiſon du lieu. Par exemple, ſi la hauteur du pôle ſur l'horiſon du lieu eſt de 50 dégrés, & l'inclinaiſon du plan de 60 dégrés, la hauteur du pôle ſur le plan du Cadran ſera de 10 dégrés, parce que 10 dégrés eſt la différence entre 50 & 60 dégrés. Si l'inclinaiſon du plan eſt de 35 dégrés, l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu étant toujours ſuppoſée de 50 dégrés, la hauteur du pôle ſur le plan du Cadran ſera de 15 dégrés, qui eſt la différence entre 35 & 50. Dans la premiere hypotheſe où l'élévation du pôle ſur le plan du Cadran eſt de 10 dégrés, on tracera le Cadran comme un horiſontal d'un lieu qui auroit 10 dégrés de latitude; & dans la ſeconde hypotheſe, on le tracera comme un horiſontal d'un lieu qui auroit 15 dégrés de latitude.

Dans le troiſieme cas, où l'inclinaiſon du plan du Cadran ſera égale à l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu, la hauteur du pôle ſur le plan du Cadran eſt nulle; ainſi le Cadran ſera polaire, & doit être tracé comme un horiſontal ſous l'Equateur, où les lignes horaires ſont paralleles.

295. Dans ces trois cas les heures du matin doivent être marquées à la gauche de la Méridienne dans les Cadrans ſupérieurs du Midi; & à la droite, dans les inférieurs du Nord. Du reſte, un côté du Cadran ſe trouve toujours égal à l'autre, comme dans tous les Cadrans horiſontaux.

296. Dans le premier cas, c'eſt-à-dire, lorſque l'inclinaiſon du plan eſt plus grande que l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu, le centre du Cadran eſt au deſſus de l'horiſontale & de l'Equinoxiale, le Cadran étant ſupérieur. Mais ſi l'élévation du pôle

ſur

ſur l'horiſon du lieu eſt plus petite que l'inclinaiſon du plan du Cadran, ce qui fait le ſecond cas, le centre du Cadran ſe trouvera au deſſous de l'horiſontale & de l'Equinoxiale dans les Cadrans ſupérieurs. C'eſt le contraire dans les Cadrans inférieurs. Dans le troiſieme cas, c'eſt-à-dire, lorſque l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu eſt égale à l'inclinaiſon du plan, le Cadran n'a point de centre, puiſqu'il eſt polaire.

On entendra mieux ceci par la figure 54, dans laquelle IL déſigne un plan incliné, dont l'inclinaiſon eſt plus grande que l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu. Le ſtyle droit du plan IL eſt PS, le ſommet du ſtyle eſt S, & le pied du ſtyle eſt P. La ligne XM eſt l'axe qui paſſe par l'extrémité S du ſtyle PS. Le point C ſera le centre du Cadran. La ligne HR repréſente l'horiſontale du plan, & EN repréſente l'Equinoxiale, qui fait un angle droit avec l'axe XM. Ainſi la ligne horiſontale du plan ſe trouve placée au point H, qui eſt au deſſus du point P, pied du ſtyle; & le point E eſt l'endroit où paſſe l'Equinoxiale, au deſſous du pied P du ſtyle. *Pl.* 18. *Fig.* 54.

On voit par cette figure que le centre du Cadran ſe trouve au deſſus de l'horiſontale & de l'Equinoxiale, lorſque l'inclinaiſon du plan eſt plus grande que l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu dans les Cadrans ſupérieurs; mais il ſeroit au deſſous, ſi l'inclinaiſon du plan étoit moindre que l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu, comme il paroît par la figure 55, ſur laquelle on a mis les mêmes lettres pour en faire ſoi-même l'application.

297. C'eſt le contraire dans les Cadrans inférieurs du Nord; car s'il s'agit de ceux dont l'inclinaiſon eſt plus grande que l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu, on conçoit que l'axe qui paſſe par le ſommet du ſtyle, ne rencontre le plan qu'au deſſous du pied du ſtyle; & ſi l'inclinaiſon du plan eſt moindre

que l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu, l'axe rencontre le plan au deſſus du pied du ſtyle.

SECTION III.

Cadrans inclinés ſupérieurs du Nord & inférieurs du Midi, qui ne ſont pas déclinans.

298. Ces Cadrans ſe font auſſi de la même maniere que les Cadrans horiſontaux des lieux, dont la latitude eſt égale à la hauteur du pôle ſur le plan de ces Cadrans inclinés. Cette hauteur du pôle ſur le plan ſe trouvera ainſi: ou l'inclinaiſon du plan du Cadran eſt plus grande que celle de l'Equateur, ou elle eſt plus petite, ou ces deux inclinaiſons ſont égales. Dans le premier cas, c'eſt-à-dire, ſi l'inclinaiſon du plan eſt plus grande que celle de l'Equateur, il faut ajouter le complément de l'inclinaiſon du plan à celle de l'Equateur; la ſomme ſera la hauteur du pôle ſur le plan. Par exemple, ſi l'inclinaiſon du plan eſt de 64 dégrés, & celle de l'Equateur de 40 dégrés, il faut ajouter 26 dégrés, qui eſt le complément de 64 dégrés à 40 dégrés; la ſomme 66 dégrés ſera la hauteur du pôle ſur le plan du Cadran. Ainſi il faudra faire ce Cadran comme l'horiſontal d'un lieu, dont la latitude ſeroit de 66 dégrés.

Dans le ſecond cas, c'eſt-à-dire, ſi l'inclinaiſon du plan eſt plus petite que celle de l'Equateur, on ajoutera l'inclinaiſon du plan à l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu; la ſomme ſera la hauteur du pôle ſur le plan du Cadran. Par exemple, ſi l'inclinaiſon du plan eſt de 25 dégrés, & celle de l'élévation du pôle ſur l'horiſon de 50 dégrés, on ajoutera

25 dégrés à 50 dégrés; la ſomme 75 dégrés ſera l'élévation du pôle ſur le plan du Cadran. Il faudra donc faire le Cadran incliné ſemblable au Cadran horiſontal d'un lieu, dont la latitude eſt de 75 dégrés.

Dans le troiſieme cas, c'eſt-à-dire, ſi l'inclinaiſon du plan eſt ſemblable à celle de l'Equateur, le Cadran ſera équinoxial; & par conſéquent, on le tracera ſur une circonférence diviſée en 24 parties égales, qui ſeront les points horaires, comme nous avons dit ailleurs.

299. Dans les trois cas, les Cadrans ſupérieurs doivent avoir les heures du matin à la droite de la Méridienne, qui, dans ces Cadrans, eſt la même ligne que la ſouſtylaire & la verticale du plan; & les inférieurs doivent avoir les heures du matin à la gauche de cette même ligne.

300. Dans le premier cas, c'eſt-à-dire, ſi l'inclinaiſon du plan eſt plus grande que celle de l'Equateur, le centre du Cadran eſt au deſſous de l'Equinoxiale & de l'horiſontale du Cadran ſupérieur: mais il eſt au deſſus de ces lignes dans le Cadran inférieur. Dans le ſecond cas, le centre du Cadran ſupérieur eſt au deſſous de l'Equinoxiale: mais le centre du Cadran inférieur eſt au deſſus de l'horiſontale, & au deſſous de l'Equinoxiale; c'eſt ce qui s'entendra aiſément par ce que nous avons dit, art. 296.

SECTION IV.

Cadrans inclinés orientaux & occidentaux.

301. CES Cadrans ſont ceux dont le plan eſt directement tourné vers l'Orient ou vers l'Occident. Il y en a qui ſont ſupérieurs & d'autres

qui ſont inférieurs. Nous allons en donner la conſtruction, en prenant pour exemple un ſupérieur.

Pl. 20. *Fig.* 56. Il faut décrire, comme à l'ordinaire, la verticale du plan qui doit paſſer par le pied du ſtyle; on trouvera ſur cette ligne le Zénit V. (289); on fera l'angle de l'inclinaiſon du plan PXV (290); le centre diviſeur de la verticale ſera le point X; puis on tirera la ligne XO perpendiculaire à XV; par les deux points V & O, on tirera deux horiſontales, dont la premiere CM ſera la Méridienne, & la ſeconde HR l'horiſontale du plan: dans cette eſpece de Cadran la Méridienne eſt perpendiculaire à la verticale; on prendra enſuite ſur la verticale la partie FV égale à XV: le point F ſera le centre diviſeur de la Méridienne CM, auquel, ſi on fait l'angle CFV égal à l'élévation de l'Equateur, ou au complément de l'élévation du pôle, le point C de la Méridienne ſera le centre du Cadran: de ce centre C on tirera une ligne CA qui paſſe par le pied P du ſtyle; ce ſera la ſouſtylaire, ſur laquelle on élevera la perpendiculaire PS égale à la hauteur du ſtyle, & l'on tirera la ligne CS, qui ſera l'axe. Si donc du point S on éleve une perpendiculaire SB à cet axe, le point B de la ſouſtylaire ſera celui par lequel doit paſſer l'Equinoxiale EN, qui eſt toujours perpendiculaire à la ſouſtylaire: on prendra la diſtance SB, que l'on portera ſur la ſouſtylaire CBA depuis B en A; le point A ſera le centre diviſeur de l'Equinoxiale, duquel on décrira un demi-cercle, que l'on diviſera en 12 parties égales. Le reſte ſe fera à l'ordinaire comme dans les Cadrans verticaux.

302. Le Cadran incliné occidental ſupérieur ſe fait de la même maniere que l'oriental, avec cette différence que l'angle CFV eſt à la droite de la verticale, parce que le centre du Cadran doit ſe trouver de ce côté-là. Quant aux Cadrans inférieurs, ſoit orientaux, ſoit occidentaux, on les trace de la

même maniere que les ſupérieurs, en obſervant que la Méridienne & le centre doivent être au deſſus de l'horiſontale. *Pl. 20. Fig. 56.*

303. Il faut remarquer qu'un Cadran incliné oriental ou occidental ſe décrit de la même maniere qu'un vertical déclinant, dont la déclinaiſon eſt égale à l'inclinaiſon du plan du Cadran oriental ou occidental, & qui eſt ſitué dans un lieu dont la hauteur du pôle ſur l'horiſon eſt égale au complément de la latitude du lieu où eſt le Cadran incliné. Par exemple, un Cadran oriental incliné de 35 dégrés ſur l'horiſon d'un lieu, dont la latitude ou hauteur du pôle eſt de 49 dégrés, ſe fait de la même maniere qu'un vertical déclinant, dont la déclinaiſon eſt de 35 dégrés, & qui eſt ſitué dans un lieu qui a 41 dégrés de latitude. Pour ſe convaincre de la vérité de cette remarque, il ſuffit de regarder la ligne OPV comme l'horiſontale du plan, & PX comme une partie de la verticale du plan; pour lors l'angle PXV ſera la déclinaiſon du plan, & l'angle CFV ſera la hauteur du pôle ſur l'horiſon.

SECTION V.

Cadrans inclinés déclinans.

304. Après avoir planté le faux ſtyle, avoir trouvé ſon pied, le point vertical, avoir tiré la verticale & l'horiſontale du plan, & avoir trouvé l'inclinaiſon du plan, il faut chercher quelle eſt ſa déclinaiſon, qui ſe trouvera à peu près de la même maniere que celle du plan vertical. Nous ne ferons que rappeller ici en abrégé ce que nous en avons dit dans toute la Section premiere du Chapitre ſixieme: nous choiſirons la méthode du calcul com-

me la meilleure ; nous avertirons ſeulement de ce qu'il y faut changer, quand on en fait l'application aux plans inclinés.

305. Il faut prendre pluſieurs points d'ombre, comme *f* FG ; enſuite tirer des lignes du point vertical V qui paſſent par les points d'ombre, & qui coupent la verticale aux points *i* IK ; ces lignes V*i*, VI, VK repréſenteront les verticaux auxquels répond le Soleil dans les inſtans où on a pris les points d'ombre. On meſurera avec le compas à verge les lignes O*i*, OI, OK qui repréſentent les arcs de l'horiſon, compris entre le vertical du plan & les verticaux du Soleil. On meſurera la ligne DO, ou ſon égale XO. Quand on aura pris les grandeurs de ces lignes, qui ſont des côtés des triangles rectangles DO*i*, DOI, DOK, on cherchera par le calcul quels ſont les angles en D de ces triangles ; pour cela on fera l'analogie ſuivante :

Pl. 18. *Fig.* 57.

DO
eſt à OI,
comme le ſinus total
eſt à la tangente de l'angle ODI.

Cet angle ODI ſera celui du vertical du Soleil avec le vertical du plan.

Les autres angles ſe trouveront par la même analogie, en diſant :

DO
eſt à O*i*,
comme le ſinus total
eſt à la tangente de l'angle OD*i*.

& pour l'autre angle, on dira :

Pl. 18.
Fig. 57.

DO
eſt à OK,
comme le ſinus total
eſt à la tangente de l'angle ODK.

Ces trois angles donnent l'angle du vertical du Soleil avec le vertical du plan. Un ſeul pourroit ſuffire; mais nous en avons pris trois ſur trois points d'ombre, pour faire voir comment on en répéte la même opération & le même calcul ſur chaque point d'ombre.

306. Ces angles étant connus, on cherchera l'angle de la hauteur du Soleil à l'inſtant où l'on a pris le point d'ombre; ce qui ſe fera de la maniere ſuivante:

Soit le point d'ombre F, on tirera la ligne VFI & la ligne DI; on abaiſſera du point P la perpendiculaire P *d* ſur cette ligne VFI, & du point I comme centre, & d'un intervalle égal à DI, on décrira un arc, qui coupe cette perpendiculaire au point *d*; ce point ſera le centre diviſeur de la ligne VI. Le centre diviſeur *d* étant trouvé, on tirera de ce point une ligne au point F, lequel déſigne le lieu du Soleil, & une autre au point I de l'horiſontale. L'angle F *d* I ſera la hauteur du Soleil ſur l'horiſon. Il s'agit de trouver la valeur de cet angle; pour cela il faut meſurer ces trois lignes *d p*, *p* I, & *p* F: enſuite on fera les deux analogies ſuivantes, dont la premiere fera connoître l'angle *p d* I, & la ſeconde l'angle *p d* F.

Le côté d p
eſt au ſinus total,
comme le côté p I
eſt à la tangente de l'angle p d I.

Seconde analogie pour l'angle *p d* F.

Le côté d p
eſt au ſinus total,
comme le côté p F
eſt à la tangente de l'angle p d F.

Les deux angles étant trouvés, on ôtera le ſecond du premier, le reſte ſera l'angle F *d* I, qui eſt la hauteur du Soleil cherchée : on fera les mêmes opérations du préſent article ſur toutes les verticales que l'on tirera, pour chaque point d'ombre, comme ſur les lignes VK & V*i*, que l'on appelle *verticales*, parce qu'elles repréſentent les verticaux du Soleil, quoiqu'elles ne ſoient pas à plomb dans le plan incliné déclinant.

307. Connoiſſant l'angle du vertical du Soleil avec le vertical du plan, connoiſſant auſſi l'angle de la hauteur du Soleil, on cherchera l'angle du vertical du Soleil avec le Méridien; par ce moyen on trouvera la déclinaiſon du plan : le tout comme il a été dit, art. 190 & ſuiv. juſqu'à l'art. 195.

308. Etant aſſuré de la déclinaiſon du plan & de ſon inclinaiſon, on pourra tracer le Cadran de la maniere ſuivante, qui eſt géométrique. Nous donnerons dans la Section ſuivante une autre méthode qui s'exécutera par le calcul.

Pl. 19. *Fig.* 52. & *Pl.* 21. *Fig.* 58. On commencera par chercher la Méridienne. Pour cela, ſoit la hauteur du ſtyle PX, la verticale OPV, l'horiſontale HR, & le point vertical V. Il faut d'abord chercher le centre diviſeur de l'horiſontale, qui eſt toujours un point de la verticale; voici comment on le trouvera : on prendra avec un compas la longueur de XO, & on la portera ſur la verticale, depuis O juſqu'à D; le point D ſera le centre diviſeur de l'horiſontale : enſuite on fera l'angle ODL

égal à la déclinaiſon du plan. Le point L de l'horiſontale, auquel aboutira la ligne DL, ſera un des points de la Méridienne. Si donc on tire une ligne du point vertical V au point L, comme VML; ce ſera la Méridienne. *Pl. 19. Fig. 52. & Pl. 21. Fig. 58.*

309. Pour ſçavoir de quel côté de la verticale il faut tirer la ligne de déclinaiſon DL ſur un Cadran du Midi, ſoit ſupérieur, ſoit inférieur, il faut ſçavoir de quel côté le plan décline; ſi c'eſt vers l'Orient, on tirera la ligne de déclinaiſon à droite de la verticale; ſi la déclinaiſon eſt vers l'Occident, on la tirera à gauche. Il n'importe que la déclinaiſon ſoit plus grande ou plus petite que l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu. Dans les Cadrans du Nord, ſoit ſupérieurs, ſoit inférieurs, on tirera la ligne de déclinaiſon à gauche de la verticale, quand ils déclinent vers l'Orient; & on la tirera à droite, lorſqu'ils déclinent vers l'Occident. Cela eſt toujours vrai, quelle que ſoit l'inclinaiſon du plan grande ou petite; c'eſt la même raiſon pour les Cadrans inclinés que pour les verticaux: il faut toujours que la ligne de déclinaiſon ſe trouve du même côté de la verticale que la Méridienne.

310. Pour trouver le centre du Cadran & la ſouſtylaire, on abaiſſera du pied P du ſtyle une perpendiculaire PG ſur la Méridienne; & on décrira du point L, comme centre, & de l'intervalle LD un arc, qui coupe cette perpendiculaire en un point comme G; ce point ſera le centre diviſeur de la Méridienne. On menera la ligne GL & la ligne GCF, qui faſſe avec GL l'angle LGF égal à l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu. Le point d'interſection C de la ligne GF avec la Méridienne, ſera le centre du Cadran, qui doit être tantôt au deſſus de l'horiſontale, tantôt au deſſous, ſelon que le pôle élevé ſur le plan, c'eſt-à-dire, vers lequel le plan eſt tourné, eſt inférieur ou ſupérieur à l'horiſon.

Pl. 19. *Fig.* 52. & Si l'on tire une ligne qui paſſe par le point C, qui eſt le centre du Cadran, & par le point P, pied du ſtyle, ce ſera la ſouſtylaire.

Pl. 21. *Fig.* 58. 311. Pour trouver l'Equinoxiale, on élevera la ligne DH perpendiculaire ſur DL; le point H où elle coupera l'horiſontale ſera le point de 6 heures, par lequel doit paſſer l'Equinoxiale. Si on tire de ce point H une perpendiculaire HBM ſur la ſouſtylaire, on aura l'Equinoxiale EN, qui doit auſſi paſſer par un point M de la Méridienne; lequel on déterminera en tirant du point G une ligne GM, qui doit être perpendiculaire avec GC. Ces deux points H & M ſuffiſent pour mener l'Equinoxiale, indépendamment de la ſouſtylaire. On pourra faire l'un & l'autre pour avoir plus de préciſion.

312. On aura la hauteur du pôle ſur le plan, ou la hauteur de l'axe, en prenant la hauteur du ſtyle, que l'on portera par une perpendiculaire ſur la ſouſtylaire, depuis le point P, pied du ſtyle, juſqu'en S. Si l'on tire une ligne qui paſſe ſur ce point S & ſur le centre C du Cadran, ce ſera la hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire; & cette ligne CS repréſentera l'axe du Cadran.

313. Après avoir tracé toutes ces lignes, il ſera facile de décrire les lignes horaires de la même maniere que dans les Cadrans verticaux, c'eſt-à-dire, que l'on tirera du point S une ligne juſqu'au point B: cette ligne, qui ſera le rayon Equinoxial, doit être perpendiculaire ſur l'axe CS; enſuite on prendra BA ſur la ſouſtylaire égale à BS; le point A ſera le centre diviſeur de l'Equinoxiale: on décrira de ce point, comme centre, & d'un intervalle arbitraire, une circonférence que l'on diviſera en 24 parties égales; ou ſeulement un demi-cercle, que l'on diviſera en 12 parties égales, en commençant par le point d'interſection X d'un rayon mené au point M, ou par le point I, qui eſt l'interſection d'un autre

rayon mené au point H; enfin on menera des rayons qui paſſent par les points de diviſion de cette circonférence. Ces rayons prolongés, s'il le faut, couperont l'Equinoxiale en des points, qui ſeront les points horaires. Si on mene du centre C du Cadran des lignes qui paſſent par ces points; ce ſeront les lignes horaires.

314. Pour lever toutes les difficultés qui pourroient ſe rencontrer, & achever d'éclaircir cette matiere, nous ferons les cinq remarques ſuivantes.

1°. Nous avons dit, art. 310. que l'on doit mener une ligne GC tantôt au deſſus, tantôt au deſſous de l'horiſontale: or ce centre C qui repréſente un des pôles, ſçavoir, celui qui eſt élevé ſur le plan, doit être au deſſus de l'horiſontale, lorſque le pôle caché ſous l'horiſon eſt élevé ſur le plan du Cadran; parce que tous les points du ciel cachés ſous l'horiſon doivent être marqués au deſſus de l'horiſontale. Par la raiſon contraire, le centre eſt au deſſous de cette ligne, quand le pôle, qui eſt au deſſus de l'horiſon, eſt élevé ſur le plan du Cadran.

315. 2°. Dans les Cadrans ſupérieurs, ſoit du Midi, ſoit du Nord, le point vertical eſt au deſſous du pied du ſtyle, & la ligne horiſontale eſt toujours au deſſus de l'un & de l'autre; mais dans les Cadrans inférieurs, le point vertical eſt au deſſus de ce pied, & la ligne horiſontale eſt au deſſous de l'un & de l'autre point.

316. 3°. Dans les Cadrans ſupérieurs du Midi, dont l'inclinaiſon eſt moindre que la hauteur du pôle ſur l'horiſon du lieu, le centre eſt au deſſous de l'horiſontale, parce que ces Cadrans ſont tournés vers le pôle élevé ſur l'horiſon, c'eſt-à-dire, vers le pôle ſeptentrional; car nous ſuppoſons ici le plan dans la partie ſeptentrionale du Monde; le contraire arrive dans les Cadrans inférieurs oppoſés. Mais ſi l'inclinaiſon des Cadrans ſupérieurs du Midi eſt plus

grande que la hauteur du pôle ſur l'horiſon, quelquefois le centre ſera au deſſus de l'horiſontale, & quelquefois au deſſous. Il ſera au deſſus, ſi le pôle méridional eſt élevé ſur le plan, & au deſſous, ſi c'eſt le pôle ſeptentrional, comme il arrive quand la déclinaiſon du plan eſt fort grande.

317. 4°. Le centre eſt au deſſous de l'horiſontale dans les Cadrans ſupérieurs du Nord, quelle que ſoit l'inclinaiſon du plan, ou plus grande ou plus petite que l'élévation de l'Equateur ſur l'horiſon; car dans ces Cadrans le centre repréſente toujours le pôle élevé ſur l'horiſon, c'eſt-à-dire, le pôle ſeptentrional, parce que ces Cadrans ſont toujours tournés vers ce pôle. C'eſt le contraire dans les Cadrans inférieurs oppoſés.

318. 5°. La Méridienne eſt à droite de la verticale dans les Cadrans ſupérieurs & inférieurs du Midi, qui déclinent vers l'Orient: elle eſt à gauche dans ceux qui déclinent vers l'Occident. Quant aux Cadrans ſupérieurs & inférieurs du Nord, la Méridienne eſt à gauche de la verticale dans ceux qui déclinent vers l'Orient; elle eſt à droite dans ceux qui déclinent vers l'Occident: c'eſt la même raiſon que pour les Cadrans verticaux. On voit aſſez que le centre du Cadran & la ligne de déclinaiſon doivent avoir la même ſituation que la Méridienne, par rapport à la verticale.

SECTION VI.

Maniere de trouver, par le calcul, pluſieurs lignes, & les points horaires des Cadrans inclinés déclinans.

319. IL n'y a point de difficulté pour les Cadrans inclinés qui ne déclinent point. Nous avons dit dans les Sections II^e & III^e qu'ils ſe tracent comme les horiſontaux; ainſi la même analogie des Cadrans horiſontaux ſervira pour ceux-ci; nous entendons parler des déclinans méridionaux ſupérieurs & ſeptentrionaux inférieurs, comme des ſeptentrionaux ſupérieurs & méridionaux inférieurs déclinans.

Quant aux orientaux & occidentaux, on ſe ſervira des mêmes analogies du Cadran vertical déclinant, en faiſant les remarques de l'article 303. dans lequel on trouvera ce qu'il faut obſerver.

320. Il s'agit donc principalement des Cadrans inclinés déclinans, où le calcul paroît d'abord un peu plus embarraſſant.

Nous ſuppoſons que la verticale du plan eſt tirée, que l'on connoît le pied du ſtyle & ſa hauteur avec l'inclinaiſon du plan. On trouvera la poſition du point vertical V par l'analogie ſuivante :

Le ſinus total
eſt au côté **PX**, qui eſt la hauteur du ſtyle, *Pl.* 19. *Fig.* 52. &
comme la tangente de l'angle **PXV**, qui eſt l'inclinaiſon du plan, *Pl.* 21. *Fig.* 58.
eſt au côté **PV**, qui eſt la diſtance depuis le pied P du ſtyle juſqu'au point V, le point vertical cherché.

Pl. 19. *Fig.* 52. & *Pl.* 21. *Fig.* 58. 321. Pour trouver le point O par lequel doit passer l'horisontale, & par conséquent sa position, on fera l'analogie suivante :

Le sinus total
est au côté PX, *hauteur du style*,
comme la tangente de l'angle PXO,
qui est le *complément de l'inclinaison du plan*,
est au côté PO, dont O est le point par lequel doit passer l'horisontale.

322. Pour trouver le point L de l'horisontale, par où doit passer la Méridienne, on fera l'analogie suivante :

Le sinus total
est au côté OD *ou* XO,
comme la tangente de l'angle ODL,
qui est la *déclinaison du plan*,
est au côté OL, dont L est le point par où doit passer la Méridienne.

323. Si l'on veut se servir de l'Equinoxiale pour tracer les lignes horaires, on trouvera le point H, par où elle doit passer, par l'analogie suivante :

Le sinus total
est au côté OD *ou* XO,
comme la tangente de l'angle ODH,
qui est le *complément de la déclinaison du plan*,
est au côté OH,

dont le point H est celui qui est cherché, par lequel

doit paſſer l'Equinoxiale. Ce point H eſt également celui de ſix heures ; de ce point H on élevera une perpendiculaire ſur la ſouſtylaire ; ce ſera l'Equinoxiale.

324. Les analogies précédentes ne ſont qu'une préparation du plan pour avoir pluſieurs points & pluſieurs lignes, qui ne doivent ſervir que pour trouver les trois principaux angles eſſentiels à la deſcription des angles horaires. Nous allons encore donner trois autres analogies, qui ſont le fondement de celles qui les ſuivront.

Pour trouver l'angle fait au centre du Cadran entre la Méridienne & la verticale, ou la parallele à la verticale, on fera l'analogie ſuivante :

Le ſinus total
eſt au ſinus du complément de l'inclinaiſon du plan,
comme la tangente de la déclinaiſon du plan
eſt à la tangente de l'angle compris entre la Méridienne & la verticale,
ou *parallele à la verticale.*

325. Pour trouver l'arc du Méridien compris entre le Zénit du lieu & le point où le vertical du plan perpendiculaire ſur le Méridien le coupe, on fera l'analogie ſuivante, qui eſt la ſeconde :

Le ſinus total
eſt au ſinus du complément de la déclinaiſon du plan,
comme la tangente de l'inclinaiſon du plan
eſt à la tangente de l'angle requis.

326. Pour faire l'application de ces deux précédentes analogies, il faut diſtinguer les deux eſpeces de Cadrans inclinés déclinans. Les premiers ſont les déclinans du Midi ſupérieurs, & du Septentrion inférieurs; les ſeconds ſont les déclinans du Septentrion ſupérieurs, & du Midi inférieurs.

A l'égard des premiers, qui ſont les déclinans du Midi ſupérieurs & du Septentrion inférieurs, il peut y avoir trois cas; car l'arc ou l'angle trouvé par la ſeconde analogie, ſera plus grand que l'élévation du pôle, ou plus petit, ou il lui ſera égal.

Dans le premier cas, c'eſt-à-dire, ſi l'angle trouvé par la ſeconde analogie eſt plus grand que l'élévation du pôle ſur l'horiſon, on ajoutera l'élévation du pôle ſur l'horiſon au complément de l'arc trouvé par la ſeconde analogie; & l'on prendra le ſinus de complément de la ſomme, que l'on appellera nombre 1, & ſa tangente de complément, que l'on appellera nombre 2.

Dans le ſecond cas, c'eſt-à-dire, ſi l'angle trouvé eſt plus petit que l'élévation du pôle ſur l'horiſon, on ajoutera le complément de l'élévation du pôle ſur l'horiſon à l'angle trouvé par la ſeconde analogie, & l'on prendra le ſinus de complément de la ſomme, qu'on appellera nombre 1, & ſa tangente de complément, qu'on appellera nombre 2.

Dans le troiſieme cas, c'eſt-à-dire, ſi l'angle trouvé par la ſeconde analogie eſt égal à l'élévation du pôle ſur l'horiſon, le Cadran n'aura point de centre, & ce ſera un polaire déclinant dans la ſphere parallele. Dans ce Cadran les lignes horaires ſeront paralleles.

327. Dans la ſeconde eſpece des Cadrans inclinés déclinans, qui ſont les déclinans du Septentrion ſupérieurs & du Midi inférieurs, il peut également y avoir trois cas; car l'angle trouvé par la ſeconde analogie ſera plus grand que l'élévation du pôle, ou il ſera plus petit, ou il lui ſera égal.

Dans

Dans les deux premiers cas, on prendra la différence entre l'arc trouvé par la ſeconde analogie, & le complément de l'élévation du pôle. Le ſinus du complément de cette différence ſera appellé nombre 1, & la tangente de complément nombre 2.

Dans le troiſieme cas, le Cadran ſera un Equinoxial déclinant dans la ſphere droite, & la ſouſtylaire repréſentera la ligne de 6 heures, qui fera un angle droit avec la Méridienne.

328. Dans tous les cas, on fera l'analogie ſuivante, qui eſt la troiſieme :

Le ſinus total
eſt à la tangente de l'angle entre la Méridienne & la verticale,
comme la tangente de l'angle trouvé par la ſeconde analogie
eſt au ſinus d'un angle qui ſera appellé nombre 3, *& ſon ſinus de complément nombre* 4.

329. L'angle trouvé par cette troiſieme analogie donne la différence des longitudes pour un Cadran polaire déclinant ; & pour un Cadran Equinoxial déclinant, le complément de l'angle trouvé par cette derniere analogie, donne l'élévation particuliere du pôle ſur le plan du Cadran. Les angles faits au centre de ce Cadran par la ligne de 6 heures & les lignes horaires, ſont les mêmes que ceux qui ſeroient faits au centre du Cadran horiſontal pour une élévation égale à l'élévation du pôle ſur le plan, par la Méridienne & les lignes horaires.

330. Les trois analogies préparatoires précédentes étant faites, on procedera aux trois ſuivantes pour trouver les trois angles fondamentaux. Voici la pre-

miere pour trouver l'angle entre la Méridienne & la ſouſtylaire :

Le ſinus total
eſt au nombre 2,
comme le nombre 3
eſt à la tangente de l'angle entre la Méridienne & la ſouſtylaire.

331. On trouvera l'angle entre la ſouſtylaire & l'axe, ou la hauteur du pôle ſur le plan, en faiſant la ſeconde analogie ſuivante :

Le ſinus total
eſt au nombre 1,
comme le nombre 4
eſt au ſinus de l'angle entre la ſouſtylaire & l'axe, ou *la hauteur du pôle ſur le plan.*

332. Pour trouver la différence des longitudes, on fera l'analogie ſuivante :

Le ſinus total
eſt à la tangente de l'angle entre la Méridienne & la ſouſtylaire,
comme le ſinus de l'angle entre l'axe & la ſouſtylaire
eſt à la tangente du complément de l'angle de la différence des Méridiens ou des longitudes.

333. Tous ces angles étant connus, on trouvera les angles faits au centre du Cadran par la ſouſtylaire

& les lignes horaires, par la même méthode des Cadrans verticaux déclinans. Pour tracer ces ſortes de Cadrans, & pour poſer l'axe, on ſe conformera à ce qui a été dit aſſez au long pour les Cadrans verticaux déclinans.

CHAPITRE IX.

Méridiennes.

Les Méridiennes ſont devenues ſi fréquentes depuis quelque tems, & d'un goût ſi général, que nous avons cru faire plaiſir au Public de traiter cette matiere aſſez au long. Nous tâcherons d'en détailler tellement toutes les opérations, & d'en rendre l'inſtruction & la pratique ſi claire, que tout le monde puiſſe facilement l'entendre. L'uſage de la Méridienne eſt extrêmement utile, aſſez recherché dans la vie civile, & indiſpenſable dans l'Aſtronomie : c'eſt le fondement des Cadrans ſolaires. Au moyen de la Méridienne on reconnoît les quatre points cardinaux du Monde, on détermine la variation & la déclinaiſon de l'aiman, on connoît le moment précis de Midi, &c.

Il y a deux eſpeces de Méridiennes, l'horiſontale & la verticale. Nous entendons par *Méridienne horiſontale*, une ligne droite tracée ſur un plan horiſontal, laquelle eſt parallele au Méridien du lieu : elle regarde le Midi par un bout, & le Septentrion par l'autre bout. Cette ligne coupe l'Equateur à angles droits ; ou bien, elle coupe à angles droits une ligne qui ſeroit tirée du point de l'Orient *vrai*, à l'autre point de l'Occident *vrai*. Lorſque l'ombre du ſtyle eſt ſur la Méridienne, c'eſt le Midi vrai pour le lieu où eſt la Méridienne, parce que le Soleil

ſe trouve pour lors au Méridien de ce même lieu.

La *Méridienne verticale* eſt auſſi une ligne droite verticale ou à plomb, & qui marque le Midi vrai comme la Méridienne horiſontale : cette ligne eſt la trace verticale du Méridien du lieu, comme l'autre en eſt la trace horiſontale.

On a donné un nombre conſiderable de méthodes pour tracer la Méridienne, ſoit horiſontale, ſoit verticale, entre leſquelles nous avons choiſi ce qu'il y a de plus ſimple & de plus facile à exécuter. Nous diviſerons ce Chapitre en quatre Sections : dans la premiere, nous donnerons la maniere de tracer une Méridienne horiſontale ; nous verrons dans la ſeconde comment il faut tracer la verticale ; dans la troiſieme, nous enſeignerons à joindre quelques lignes horaires aux Méridiennes, ſoit horiſontales, ſoit verticales ; & nous traiterons dans la quatrieme de la Méridienne horiſontale, & verticale du tems moyen.

SECTION PREMIERE.

Méridienne horiſontale.

334. ON peut dire qu'il y a deux eſpeces de Méridienne horiſontale ; l'une qui ſe trace ſur un petit plan, comme quand on fait un Cadran horiſontal ordinaire, qui peut avoir juſqu'à trois pieds de diametre ; & l'autre que l'on trace dans des grands eſpaces, comme des Egliſes, ſalles, &c. Nous donnerons trois manieres de tracer la Méridienne horiſontale, dont voici la premiere qui regarde principalement les petits plans.

Il faut d'abord s'aſſurer ſi le plan, ſur lequel on veut tracer la Méridienne, eſt bien plan ou bien

dreſſé ; ce que l'on reconnoîtra en y appliquant en tout ſens une regle bien droite. Si elle touche partout également, le plan eſt bien dreſſé. On le mettra exactement de niveau, au moyen d'un bon niveau d'air, ou de quelqu'autre eſpece. On mettra le niveau ſur une regle poſée ſur ſon côté, laquelle doit être exactement de même largeur d'une extrémité à l'autre. On mettra cette regle ſur le plan, ſelon deux directions différentes, qui ſe croiſent à peu près à angles droits. Il eſt bon que ce plan ait deux ou trois pieds de diametre. Plus il ſera grand, plus la Méridienne pourra avoir de juſteſſe. Une table de marbre ou de quelqu'autre pierre, qui auroit le grain fin & uni, ſeroit fort propre pour cela. Une table de bois riſqueroit de ſe tourmenter ou gauchir par l'ardeur du Soleil, ou par la pluye qui peut ſurvenir : car quelquefois on eſt obligé d'attendre quinze jours, ou même davantage, ſans pouvoir tracer la Méridienne, faute d'un beau jour, où le Soleil paroiſſe toute la journée, tel qu'il eſt néceſſaire pour cette opération. On peut tracer une Méridienne ſur un plan beaucoup plus petit, comme d'un pied de diametre, ou moins encore ; mais alors il eſt plus difficile de faire quelque choſe de juſte.

335. N'étant pas aiſé de trouver un plan aſſez grand, aſſez uni, aſſez droit & aſſez ſolide pour demeurer long-temps bien dreſſé, expoſé aux intemperies de l'air, voici ce que j'ai fait pour en avoir un qui eût toutes ces conditions. Je fis faire un chaſſis de bois de chêne bien ſec, de 4 pieds de longueur, ſur 3 pieds de largeur. Le bois du chaſſis avoit 4 pouces d'épaiſſeur, ſur 3 pouces de largeur, c'eſt-à-dire, que ce chaſſis bien aſſemblé aux quatre coins, avoit 4 pouces de profondeur. Il y avoit dans le milieu, ſelon la longueur du chaſſis, & au fond inférieur, une traverſe de 4 pouces de largeur, ſur 3 pouces d'épaiſſeur, miſe de plat, & bien aſſem-

blée aux traverſes des bouts du chaſſis. Cette traverſe du milieu affleuroit le deſſous du chaſſis ; aux deux côtés de cette traverſe & en deſſus, il y avoit une feuilleure d'un pouce de largeur, ſur environ 6 lignes de profondeur, & autant tout à l'entour de l'intérieur du chaſſis. Je fis clouer des tringles de bois d'environ un pouce de largeur, ſur environ 6 lignes d'épaiſſeur dans cette feuilleure, & aſſez près les unes des autres, d'environ 5 à 6 lignes de diſtance ; de ſorte que toute la machine reſſembloit à une grille d'un pouce de profondeur.

Je fis remplir toute cette profondeur en bon plâtre bien gâché, juſqu'à ce que le deſſus du chaſſis en fût bien affleuré ; de ſorte qu'en appliquant une regle deſſus, elle touchoit par-tout. Cette table étant expoſée à l'air, (& non au Soleil) pendant huit jours en Eté, ſécha parfaitement ; & comme le plâtre & le bois avoit fait quelque effort, je fis redreſſer le deſſus avec la varlope, juſqu'à ce qu'en y appliquant en tout ſens une regle récemment dreſſée, elle touchât par-tout exactement.

Le plâtre étant très-ſec, j'y fis paſſer un nombre de couches d'huile de lin bien chaude, ſans attendre qu'aucune couche ſéchât ; c'eſt ainſi que le plâtre fût imbibé de cette huile aſſez avant : car je fis continuer de paſſer de l'huile tant que le plâtre en put recevoir. Je laiſſai bien ſécher cette huile, juſqu'à ce que je reconnus qu'elle étoit dure ; enſuite je fis paſſer 3 couches de peinture de céruſe à l'huile, attendant qu'une couche fût ſéche, avant que d'en appliquer une autre. Le bois du chaſſis étoit peint de même. Ce plan ainſi préparé & bien ſec fut en état de conſerver ſa juſteſſe aſſez long-temps, malgré l'ardeur du Soleil & la pluye. Si l'on vouloit en conſtruire un dans ce goût, on pourroit le faire de la grandeur que l'on ſouhaiteroit. Celui que je viens

de décrire réuſſit fort bien; chacun pourra ſuivre ſon idée là-deſſus.

336. Vers une extrémité de la largeur du plan on plantera un ſtyle courbe, dont la pointe ſoit un peu émouſſée; ou encore mieux, ce ſera le faux ſtyle à couliſſe, tel que nous l'avons décrit, art. 92. On le mettra à la hauteur convenable; car en Hyver il doit être moins élevé qu'en Eté, parce que l'ombre eſt pour lors plus longue. On fixera ſa hauteur, en ſorte que vers les 7 ou 8 heures du matin l'ombre du ſtyle ſe trouve à l'extrémité du plan; alors on fixera le faux ſtyle, obſervant de poſer ſa baſe à peu près du côté du Midi, afin que ſa tige ni ſon ombre n'embarraſſent rien. *Pl.* 22. *Fig.* 59.

337. Nous avons dit, art. 68. ce que c'eſt que le pied du ſtyle, & comment il faut le trouver. On pourra relire cet article, pour ne pas le répéter ici. Quand on aura trouvé le point C, qui ſera le pied du ſtyle, on y plantera une pointe de cuivre, (qui affleure le plan,) avec un très-petit trou au milieu pour poſer une pointe de compas. On tracera pluſieurs circonférences, dont le pied du ſtyle C ſera le centre. On pourra en décrire 10 à 12, à environ un pouce de diſtance l'une de l'autre, ce que l'on fera avec un compas à verge, obſervant que les traits ſoient fins. Il ſera mieux de décrire ces circonférences au crayon ſeulement.

338. On obſervera dans la matinée quand l'extrémité de l'ombre du ſommet du ſtyle, ou bien quand le centre de l'ovale de lumiere ſera ſur la premiere circonférence extérieure, comme en A; pour lors on marquera le point A avec le crayon: on obſervera de même quand le centre de l'ovale de lumiere touchera le point B ſur la ſeconde circonférence; alors on marquera le point B. On en fera de même aux points ND.

Après Midi on remarquera que l'ovale de lumiere

Pl. 22. *Fig.* 59. commencera à ſortir des circonférences. Ainſi quand ſon centre ſera arrivé au point E, on y marquera un point; on fera de même aux points FGH.

339. Tous les points étant marqués, on tirera une ligne droite du point A à ſon autre point correſpondant H. On en tirera une autre du point B à ſon autre point correſpondant G : on en fera de même ſur toutes les circonférences. Si tous les points ſont marqués avec exactitude, toutes ces lignes doivent ſe trouver paralleles; enſuite du point A, comme centre, on tracera à volonté les arcs I & K, & avec la même ouverture du compas à verge, on tracera deux autres arcs I & K, en poſant la pointe ſur le point H. De ces points d'interſection I & K, on tirera une ligne droite CM, qui doit paſſer ſur le point C, pied du ſtyle. On éprouvera enſuite ſi cette ligne CM, qui eſt la Méridienne, partage bien également toutes les paralleles AH, BG, NF, DE; alors on pourra s'aſſurer que l'on a operé exactement.

Il n'eſt pas néceſſaire que les arcs K ſoient tracés avec la même ouverture de compas que les arcs I; mais il eſt eſſentiel que les deux arcs I ſoient tracés avec une même ouverture, & les deux arcs K avec une ouverture différente, ſi l'on veut.

340. Quoiqu'une ſeule circonférence dût ſuffire pour tracer la Méridienne, il eſt à propos d'en décrire pluſieurs, pour s'aſſurer de la juſteſſe de l'opération : c'eſt pourquoi on fera bien de tracer autant de ſections ou arcs qu'il y a de points marqués; ils doivent tous ſe couper ſur la Méridienne CM, ſi l'on a bien operé.

341. Obſervez que ſi on a marqué un point ſur une circonférence avant Midi, & que l'on n'en marque point après Midi ſur la même circonférence; ce point marqué, qui n'a point de correſpondant ſur la même circonférence, ne peut ſervir de rien. L'opération n'eſt bonne qu'autant que l'on a marqué

deux points ſur la même circonférence en un même jour. Cependant on peut operer, par exemple, ſur ſix circonférences en ſix jours différens, pourvû que le même jour on marque les deux points ſur la même circonférence. Il faut obſerver que quand on marque un point, il eſt néceſſaire que le Soleil paroiſſe bien; car s'il eſt un peu obſcurci par des nuages, on riſque de marquer faux.

342. La ſaiſon la plus propre pour tracer la Méridienne horiſontale par cette méthode eſt le ſolſtice d'Hyver, & quinze jours ou environ avant ou après; l'ombre du Soleil étant pour lors la plus longue, on opere avec plus de préciſion. Cependant le ſolſtice d'Eté eſt auſſi une ſaiſon aſſez propre pour cela; mais il eſt plus difficile de s'aſſurer de la juſteſſe des opérations, parce que l'ombre eſt alors fort courte: le point de Midi ſe trouve très-près du pied du ſtyle; & comme il y a toujours quelque erreur dans la pratique, pour ſi petite qu'elle ſoit, elle va toujours en augmentant juſqu'au ſolſtice d'Hyver; de ſorte que ſi cette Méridienne tracée en Eté devoit être permanente, il ne faudroit pas en attendre une grande exactitude en Hyver, lorſque l'ombre eſt fort longue.

343. Si l'on trace la Méridienne par cette méthode en tout autre temps que vers les ſolſtices, il y a une petite erreur à corriger. Il faut ſçavoir qu'en toute autre ſaiſon qu'aux ſolſtices, la déclinaiſon du Soleil change ſenſiblement dans l'intervalle du temps qui ſe trouve entre les inſtans auxquels on marque les points d'ombre correſpondans ſur le même cercle; & plus cet intervalle eſt long, plus ce changement eſt ſenſible, & encore plus vers les Equinoxes; de ſorte que s'il y a 7 à 8 heures d'intervalle, lorſqu'on marque les deux points, ce changement de déclinaiſon eſt conſiderable. Pour comprendre ceci, il faut obſerver que ſi le Soleil va du Tropique du Cancer

au Tropique du Capricorne, c'eſt-à-dire, depuis le ſolſtice d'Eté juſqu'au ſolſtice d'Hyver, il eſt plus élevé dans les pays ſeptentrionaux avant Midi qu'après Midi, quand il eſt à même diſtance du Méridien de part & d'autre; & par conſéquent l'ombre du ſtyle eſt plus courte le matin que le ſoir dans les momens également éloignés de Midi: ainſi en prenant des ombres égales du ſtyle, la ligne que l'on tireroit du milieu des points A & H, ne ſeroit pas la vraye Méridienne; elle s'en écarteroit un peu vers le point A marqué avant Midi, parce que le ſecond point H ne ſeroit pas aſſez éloigné de A; c'eſt ce qui fait que cette méthode, que l'on appelle *par des hauteurs correſpondantes*, n'a pas toute la juſteſſe que l'on peut déſirer, lorſqu'on s'en ſert vers les Equinoxes.

Pl. 22. *Fig.* 59.

344. Mais on peut corriger cette petite erreur, au moyen des deux Tables qu'on trouvera à la fin de ce Traité: elles ſont générales & propres à toutes les latitudes; nous les avons tirées du livre de la Connoiſſance des Temps, ann. 1760. Voici la maniere de s'en ſervir.

On ſuppoſe que lorſqu'on veut tracer une Méridienne par des hauteurs correſpondantes, ce ſoit en un jour où la déclinaiſon du Soleil eſt d'environ 5° vers le Septentrion. On cherchera dans la *Table de la déclinaiſon du Soleil pour tous les dégrés de l'Ecliptique*, à quel dégré de ſigne il répond alors: on le trouvera à peu près à 13 dégrés du Bélier; & ſuppoſant 6 heures d'intervalle entre les deux points d'ombre correſpondans A, H, on cherchera dans la premiere Table de l'*équation générale* quelle eſt l'équation qui répond au 13^{e} dégré du Bélier, & à 6 heures d'intervalle entre les deux obſervations A, H. On ne trouve dans cette Table les dégrés des ſignes que de 10 en 10, c'eſt-à-dire, 10° 20° du Bélier; & comme 13° dont il s'agit ſont entre 10° & 20°,

& plus près de 10° que de 20°, il faut prendre une partie proportionnelle entre les 33″ qu'on trouve vis-à-vis le 10ᵉ dégré du Bélier ſous 6 heures d'intervalle, & les 31″ qu'on voit vis-à-vis le 20ᵉ dégré du même ſigne & du même intervalle de 6 heures. Or entre 33″ & 31″ n'y ayant que 2″ de différence, il en faut conclure que la partie proportionnelle priſe, on aura 32″ d'équation, que l'on multipliera par les trois premiers chiffres de la tangente naturelle de la latitude en la maniere ſuivante : *Pl. 22. Fig. 59.*

Nous ſuppoſons la latitude de 44° 50′, dont les trois premiers chiffres de la tangente naturelle ſont 994
qu'on multipliera par les 32″ ci-deſſus . . . 32

1988
2982

Produit . . . 31808

duquel on retranchera les trois derniers chiffres à droite. Il faut remarquer que le premier chiffre à gauche de ceux qui ſont ainſi retranchés, doit être regardé comme des dixiemes d'une unité qu'on ſuppoſe diviſée en 10 parties égales. Dans le cas préſent les deux premiers chiffres du produit 31 expriment 31 ſecondes, & le chiffre 8, qui eſt le premier à gauche de ceux qui ſont retranchés, ſignifie 8 dixiemes d'une ſeconde, & par conſéquent bien près d'une ſeconde entiere ; ainſi au lieu de dire 31 ſecondes, il faudra dire 32 ſecondes. Voilà la premiere opération ; il en faut une autre.

Après cette premiere Table d'*équation générale* ſuit la ſeconde, à laquelle on trouvera vis-à-vis du 10ᵉ dégré du Bélier, & ſous 6 heures d'intervalle, une ſeconde ; & vis-à vis du 20ᵉ dégré du même ſigne, & ſous le même intervalle, on trouvera 3 ſecondes. Or la partie proportionnelle, pour convenir au 13ᵉ dégré du Bélier, ne peut être que 2

Pl. 22. Fig. 59. ſecondes. En ôtant ces 2″ des 32″ ci-deſſus, il reſtera 30″ pour la correction qu'il faut faire à la Méridienne. Si la déclinaiſon du Soleil étoit méridionale, il faudroit ajouter ce qu'on auroit trouvé dans la ſeconde opération (qui ſeroit peut être différent) du réſultat de la premiere, qui auroit pû être auſſi une autre quantité de ſecondes.

Pour appliquer cette correction de 30″ ſur la Méridienne, il faut avoir une montre qui marque au moins les minutes; il ſera encore mieux qu'elle marque les ſecondes. Lorſque le point de lumiere ſera arrivé ſur la circonférence, par exemple à H, on y marquera un point. On attendra encore les 30″ que nous venons de trouver; & à la fin de ces 30″, on marquera un autre point L à l'endroit où ſe trouve pour lors l'image du Soleil. De ce point L on tirera une ligne qui viſe au pied du ſtyle, & qui coupe la circonférence. Cette interſection eſt le véritable point d'où il faut tracer les ſections I & K, & non du point H; le tout, ſuppoſé que le Soleil aille du ſolſtice d'Eté au ſolſtice d'Hyver; mais s'il alloit du ſolſtice d'Hyver au ſolſtice d'Eté, il faudroit tranſporter l'eſpace HL, qui eſt ſur la circonférence, de H en P, & faire les ſections I, K du point P & du point A, pour avoir la Méridienne CM. C'eſt ainſi qu'en employant cette correction, on peut tracer la Méridienne en tout temps; cependant l'Hyver eſt préférable à l'Eté, pour les raiſons que nous avons dit ci-devant.

345. La ſeconde méthode de tracer une Méridienne horiſontale, s'exécutera au moyen des étoiles, de la maniere ſuivante: Au devant du plan ſur lequel on doit tracer la Méridienne, & du côté du Septentrion, on plantera verticalement deux barres ou perches A & B, éloignées l'une de l'autre de quelques pieds, & placées l'une vers l'Orient & l'autre vers l'Occident. Ces perches auront 8 à 10

pieds de hauteur : on attachera horiſontalement une ficelle F tendue de l'une à l'autre barre, que l'on affermira le mieux que l'on pourra. On diſpoſera deux autres barres D & E vers le Midi, en ſorte que le plan ME ſoit entre les quatre barres, qui formeront un quarré long. On attachera auſſi horiſontalement une autre ficelle G d'une barre à l'autre. Les deux barres du côté du Septentrion ſeront auſſi éloignées que l'on pourra de celles qui ſont poſées du côté du Midi ; enſuite on attachera un fil blanc bien fin, ou une ſoye blanche H horiſontalement du milieu d'une ficelle G à l'autre milieu de l'autre ficelle F ; en ſorte que chaque bout de ce fil blanc puiſſe couler aiſément d'un bout de ficelle à l'autre. Aux deux extrémités de ce fil blanc horiſontal, on attachera deux autres ſoies blanches ou fils très-blancs & bien fins I & K, avec un plomb au bout. Afin de fixer ces plombs plus aiſément, on arrangera un ſceau plein d'eau, de façon que chaque plomb plonge dans un ſceau On fera en ſorte que le fil horiſontal H réponde par deſſus & vers le milieu du plan ME, ſur lequel on doit tracer la Méridienne. *Pl.* 23. *Fig.* 60.

346. Tout étant ainſi diſpoſé, placez-vous devant la ſoye verticale I, qui eſt du côté du Midi, & viſez vers le Septentrion, en ſorte que les deux fils I & K ou I & H vous cachent l'étoile polaire. Pour cela, vous ferez couler un bout du fil H du côté de l'Orient ou de l'Occident, juſqu'à ce que vous voyez les fils diſpoſés à vous cacher l'étoile polaire P, dans le moment où le quadrilatere de la grande Ourſe eſt à droite des ſoyes, c'eſt-à-dire, vers l'Orient, & les trois de la queue à gauche ; en ſorte que la premiere de la queue ſoit prête à paſſer. L'on voit, Fig. 61. la diſpoſition de ces étoiles. *Fig.* 61.

Les ſoyes des plombs étant ainſi placées dans le plan du Méridien, ſi vous menez une ligne EM ſur le plan qui eſt au deſſous de la ſoye H, de ma-

Pl. 23. *Fig.* 60. & 61. niere que cette ligne ſoit dans le même plan, ou ce qui eſt la même choſe, qu'elle ſoit entierement cachée par les deux ſoyes verticales; ce ſera la Méridienne: de ſorte que ſi on laiſſoit la ſoye ou le fil horiſontal H qui ſupporte les plombs, l'ombre de ce fil marqueroit Midi, lorſqu'elle tomberoit ſur la Méridienne EM. Si l'on poſe un fil de fer ou de cuivre ſur quelque endroit de cette ligne, & qu'il ſoit bien à plomb, ſon ombre marquera exactement Midi, lorſqu'elle ſera ſur la Méridienne. Egalement ſi l'on poſe un ſtyle, où il y ait une plaque percée, en ſorte que le centre de ſon trou donne perpendiculairement ſur la Méridienne EM; le point de lumiere marquera Midi, lorſque ſon centre ſera ſur la Méridienne, & cela en tout temps. Cette méthode, toute méchanique qu'elle eſt, eſt très-bonne & très-ſûre, ſans s'embarraſſer ſi le plan eſt bien horiſontal.

347. La troiſieme méthode de tracer une Méridienne horiſontale s'exécutera par le calcul; mais il eſt eſſentiel que le plan ſoit parfaitement horiſontal & exactement dreſſé, ſans quoi tout ſeroit faux. Après avoir poſé un ſimple ſtyle, ou un ſtyle à plaque percée, on trouvera ſon pied avec ſoin; enſuite, à quelque heure que ce ſoit, vers les 7 ou 8 ou 9 heures du matin, ou dans la ſoirée, ſi l'on veut, on marquera un point, comme D, au centre de l'ovale de lumiere. On meſurera, avec les parties égales du compas à verge, la diſtance du point D au pied C du ſtyle, dont on meſurera auſſi exactement la hauteur. On écrira ces deux meſures de même que l'heure qu'il étoit à peu près, lorſque l'on a marqué le point D; enſuite on fera l'analogie ſuivante :

Pl. 22. *Fig.* 59.

La diſtance de D *à* C
eſt au ſinus total,
comme la hauteur du ſtyle
eſt à la tangente de la hauteur du Soleil.

La hauteur du Soleil étant ainſi trouvée, & en ayant ſouſtrait la réfraction, pris le complément de cette hauteur, celui de l'élévation du pôle, & ayant examiné la déclinaiſon du Soleil pour le jour & l'heure à laquelle on a marqué le point D, on trouvera l'angle du vertical du Soleil avec le Méridien, comme il a été enſeigné, art. 189. & 190. lequel étant connu, on menera une ligne CM du pied C du ſtyle, qui faſſe avec CD un angle DCM égal à l'angle fait par le vertical du Soleil avec le Méridien, du côté où elle doit être; cette ligne CM ſera la Méridienne.

Il eſt à propos, pour une plus grande ſûreté & préciſion, de prendre pluſieurs points d'ombre, ſoit le matin, ſoit le ſoir, & faire le même calcul ſur chacun. Nous ne répéterons pas la maniere de faire ce calcul, parce que nous en avons aſſez parlé dans les articles 189. & 190. Cette méthode de tracer une Méridienne eſt la plus commode de toutes, parce qu'on peut s'en ſervir en tout temps, en Hyver ou en Eté; elle eſt toujours également juſte.

Remarquez que ſi le plan n'eſt pas bien exact, & qu'il ſe trouve un enfoncement dans l'endroit où on a marqué le point de lumiere, on examinera, au moyen d'un bon niveau d'air, de combien de parties de l'échelle ce point D eſt plus bas que le point C du pied du ſtyle; on ajoutera ce nombre de parties que l'on aura trouvées à la hauteur du ſtyle. Enſuite on fera le calcul, comme nous l'avons dit. Si le point D eſt reconnu plus haut que le pied C du ſtyle, on ôtera du nombre des parties de la hauteur

du ſtyle, ce que l'on aura trouvé de plus au point D : le reſte ſe fera comme nous venons de l'enſeigner.

348. Quant aux grandes Méridiennes horiſontales que l'on trace dans des ſalles ſur le parquet, ou dans des Egliſes ſur le carreau, on les décrira de la maniere ſuivante :

Pl. 24. *Fig.* 62. On attachera une plaque A de fer ou de cuivre à la face du mur qui fait le côté d'une fenêtre, ou bien dans la fenêtre même, ôtant pour cela un paneau de vitre, ſi l'emplacement eſt fort élevé, ou un grand carreau de vitre, s'il n'eſt pas beaucoup élevé ; on mettra à ſa place la plaque, qui aura 8 à 10 pouces en quarré, ou davantage, ſi elle eſt fort élevée. Le trou doit être d'une grandeur proportionnée à l'élévation de la plaque. En général plus elle eſt élevée, plus le trou doit être grand, même juſqu'à un pouce de diametre pour une grande élévation. Afin de bien déterminer la grandeur de ce trou, on pourra en eſſayer de pluſieurs diametres, au moyen de cartons que l'on préſentera en place, pour avoir un point de lumiere bien net & bien diſtinct. On peut mettre cette plaque au toît, ſi le local le demande, la plaçant horiſontalement ou en pente. Quoique la direction de la plaque ne ſoit pas quelque choſe d'eſſentiel, il eſt cependant plus avantageux de la poſer parallelement au cercle de 6 heures, ou à l'axe de la Terre, du moins à peu près.

349. Pour ſçavoir la hauteur à laquelle il faut poſer la plaque, eu égard à l'étendue de la chambre ou ſalle, ou Egliſe, dans laquelle on veut tracer la Méridienne, il faut meſurer avec le pied de Roi, ſi l'on veut, la longueur que l'on peut donner à cette Méridienne, en la prenant depuis le pied du ſtyle, qui eſt le point correſpondant directement & verticalement au deſſous du trou de la plaque. Cette meſure étant priſe, il s'agit de déterminer le point où doit tomber l'image du Soleil au ſolſtice d'Hyver, qui

qui est l'ombre la plus longue. Pour cela il faut sçavoir la hauteur Méridienne du Soleil ; on la connoîtra par la différence entre l'élévation de l'Equateur dans le lieu où l'on est, & la déclinaison du Soleil. Si, par exemple, l'élévation de l'Equateur, (qui est toujours le complément de la hauteur du pôle,) est de 41° 9′ ; comme la déclinaison du Soleil au solstice d'Hyver est de 23° 28′, la hauteur Méridienne du Soleil se trouvera de 17° 41′, qui est la différence entre 41° 9′ & 23° 28′. On trouvera donc la hauteur où doit être placée la plaque, sçachant la hauteur Méridienne du Soleil par l'analogie suivante :

Le sinus total
est à la tangente de la hauteur Méridienne du Soleil,
comme la longueur de la Méridienne
est à la hauteur de la plaque.

Si la Méridienne que l'on veut tracer a, par exemple, 24 pieds de longueur, on résoudra ainsi cette analogie.

log. tangente de la hauteur Méridienne du Soleil, 17° 41′.	950355
logarithme du nombre 288 pouces, ou 24 pieds	245939
Somme & reste . . .	1196294

qui est le logarithme de 92 pouces ou environ ; ce qui fait 7 pieds 8 pouces. C'est la hauteur cherchée où doit se trouver le trou de la plaque.

Si la hauteur du style ou du trou de la plaque est déterminée par la situation du local, & qu'on veuille sçavoir la longueur de la Méridienne, on fera l'analogie suivante ;

Pl. 24. Fig. 62.

Le ſinus total
eſt à la tangente de l'élévation de l'Equateur,
comme la hauteur du trou de la plaque
eſt à la longueur de la Méridienne.

350. Il eſt à remarquer que pour meſurer la hauteur du ſtyle, ou la hauteur du trou de la plaque, il faut en connoître le pied, qui eſt le point du plan auquel répond directement & verticalement le trou de la plaque. Pour trouver ce pied, on bouchera le trou de la plaque avec du liége ou de la cire; on fera un petit trou au milieu du bouchon, à travers duquel on fera couler un fil avec un plomb pointu. Le point du plan où touchera la pointe du plomb, ſera le pied du ſtyle. Mais comme bien ſouvent le pied du ſtyle eſt embarraſſé par le bas de la fenêtre, voici le moyen de meſurer la hauteur du ſtyle, ou trou de la plaque, ſans avoir le pied du ſtyle.

On poſera horiſontalement, & ſur l'appui de la fenêtre, une regle de 2 ou 3 pieds de longueur, ou davantage, s'il le faut, dont un bout ſoit deſſous le plomb ſuſpendu au trou de la plaque, & l'autre bout au dedans de la ſalle. On mettra exactement cette regle de niveau; enſuite on meſurera la hauteur du trou de la plaque au deſſus d'un bout de la regle; & de l'autre bout, qui eſt dans la ſalle, on meſurera la diſtance depuis le deſſus de la regle juſques ſur le parquet. Ces deux meſures jointes ou additionnées enſemble, & exprimées en parties de l'échelle, ſeront la véritable hauteur du trou de la plaque. Nous ſuppoſons que le parquet eſt de niveau.

351. La plaque poſée & le local tout prêt, la meilleure maniere de tracer la Méridienne eſt de marquer un point X ſur le plan, au milieu du rayon

de lumiere qui vient du trou de la plaque, à l'inſtant de Midi. Si l'on tire une ligne droite qui paſſe par ce point X & ſur le pied du ſtyle, ce ſera la Méridienne, que l'on prolongera autant qu'il le faudra. Pour trouver l'inſtant de Midi, *voy. ci-après, art.* 361. *Pl.* 24. *Fig.* 62.

Si le pied du ſtyle ne paroît point ſur le parquet, mais qu'il ſoit plus élevé, comme ſur l'appui de la fenêtre, ou autre choſe, ou bien caché dans l'épaiſſeur du mur, on tendra un fil BX à ce point plus élevé, ou bien du centre du trou de la plaque A juſques ſur le parquet au point X, que l'on a marqué à l'inſtant de Midi; ce fil étant bien tendu en pente, on attachera un autre fil ED avec un plomb pointu D ſur le premier BX, auſſi près que l'on pourra de la fenêtre ou de la muraille. Le point *a*, où la pointe du plomb touchera le parquet ou le carreau, ſera celui vers lequel on tirera la ligne Méridienne MX*a* du point X, que l'on aura marqué à l'inſtant de Midi.

352. Cette maniere de tracer la Méridienne horiſontale n'exige point que le plan ſoit bien dreſſé, ni même de niveau. Mais pour tirer la ligne Méridienne, il ne convient pas de ſe ſervir d'une regle: on riſqueroit de ne pas mener une ligne aſſez droite. Il ſera mieux de ſe ſervir d'une ſoye, que l'on noircira ou blanchira avec de la craye; on la poſera bien tendue ſur deux cales, (pour qu'elle ne touche point le parquet, mais qu'elle en ſoit fort près;) on examinera ſi cette ſoye eſt bien préciſément ſur les deux points *a* & X au moyen d'une équerre; enſuite on la pincera comme font les Charpentiers lorſqu'ils tracent leurs ouvrages. C'eſt ainſi que la ligne Méridienne ſera parfaitement droite, puiſque la ſoye étant bien tendue aura marqué ſa trace ſur le plan, quoique d'ailleurs il s'y trouve des enfoncemens & élévations. On gravera cette trace d'une façon convenable.

On peut avoir quelquefois des raiſons pour ne pas graver réellement la ligne Méridienne ſur le parquet ou le carreau, ſoit parce qu'on ne voudra pas que cette ligne paroiſſe, ſoit que le ſol ne ſoit pas propre à être gravé avec préciſion, &c. En ce cas, il eſt d'uſage de planter ſur le parquet ou le carreau, un piton de fer ou de cuivre aux deux extrémités de la Méridienne, fort près du mur. Quand on veut voir l'heure du Midi, on tend un fil d'un piton à l'autre; c'eſt pour lors une Méridienne. Et afin que ce fil puiſſe être placé avec préciſion, on fera une petite entaille ou fente ſur le bout ſupérieur de chaque piton, & c'eſt dans ce cran qu'on poſera le fil. Quant à la hauteur des pitons, on fera en ſorte que le fil y étant tendu, il ne puiſſe point toucher le plancher. On obſervera de faire ces crans ou entailles ſur les pitons avec ſoin, pour qu'ils répondent exactement ſur la Méridienne, que l'on aura auparavant tracée au moyen de la ſoye noircie ou blanchie, comme nous avons dit ci-deſſus. Quand on aura vû l'heure de Midi, on pourra ôter ce fil, qui ne ſervira que lorſqu'on voudra connoître l'heure de Midi. Cette Méridienne eſt ordinairement nommée *Méridienne filée.*

353. Si on ne peut être aſſuré du moment de Midi par quelque bon Cadran ſolaire, ou autrement, on tracera au voiſinage une Méridienne horiſontale, comme nous l'avons décrit, art. 334 & ſuivans. Des trois méthodes que nous avons données, on ſuivra celle que l'on voudra, ou bien l'on aura recours à l'art. 361, pour connoître le moment de Midi par le calcul.

354. Si le plan ſur lequel on veut décrire la Méridienne étoit bien dreſſé & bien horiſontal, on pourroit la tracer par des cercles concentriques, comme nous l'avons dit ci-devant, quand même le pied du ſtyle ne ſeroit pas ſur le plan. En ſuppoſant

que le point du pied du ſtyle eſt ſur l'appui d'une fenêtre, on peut s'en ſervir comme centre, & tracer ſur le parquet pluſieurs demi-cercles; prendre les points de lumiere du trou de la plaque correſpondans ſur chaque circonférence, & faire le reſte, comme nous l'avons dit; employer même la correction des articles 343 & 344, ſi le cas y écheoit.

355. Si le jambage ou côté d'une fenêtre étoit parfaitement à plomb & bien droit, on pourroit s'en ſervir pour tracer une Méridienne. On n'auroit qu'à marquer ſur le plancher toute la trace de l'ombre de ce jambage de fenêtre au moment de Midi; ce ſeroit une Méridienne qui n'exige pas non plus que le plan ſoit bien dreſſé ni bien horiſontal; mais il eſt néceſſaire que le côté de la fenêtre ſoit bien droit & bien à plomb, ſans quoi cette Méridienne ſeroit fauſſe en certains temps de l'année. Remarquez que cette Méridienne ne ſeroit pas propre à marquer des heures, ſi l'on vouloit y en joindre quelqu'une.

SECTION II.

Méridienne verticale.

356. Comme il convient de ſe regler toujours ſur la grandeur du plan où l'on veut tracer une Méridienne, il faut voir la longueur que l'on peut donner à cette ligne, qui ſe trouvera toujours verticale, lorſque le plan eſt bien vertical. Plus on la fera longue, plus on aura de préciſion. Pour ſçavoir quelle hauteur on donnera au ſtyle, ou plaque percée, ſelon la longueur que l'on peut donner à la Méridienne, on fera l'analogie ſuivante :

La tangente de la hauteur Méridienne du Soleil
eſt au ſinus total,
comme la longueur de la Méridienne
eſt à la hauteur du ſtyle.

Suppoſons que le plan vertical ſoit aſſez haut pour pouvoir donner 15 pieds ou 2160 lignes de longueur à la ligne Méridienne, à compter depuis le pied du ſtyle juſqu'au bas de la ligne où le point de lumiere doit aller au ſolſtice d'Eté. Ce jour-là le Soleil a 23° 28′ de déclinaiſon ſeptentrionale, qu'il faut ajouter à l'élévation de l'Equateur, que nous ſuppoſons être de 45° 10′; ce qui fait 68° 38′: c'eſt la hauteur Méridienne du Soleil ce jour-là.

Sinus total	1000000
log. du nombre 2160 lig.	333445
Somme . . .	1333445
dont il faut ôter le log. tangente de 68° 38′, qui eſt	1040757
Reſte . . .	292688

qui eſt le logarithme de 845 lignes; ce qui fait 5 pieds 10 pouces 5 lignes que l'on donnera à la hauteur du ſtyle, à compter depuis ſon pied (ſur le mur) juſqu'au trou de la plaque, qu'il faut attacher à un gros cercle de fer bien rivé, ſur trois bons ſupports de fer ſcellés dans le mur, à peu près comme l'on voit dans la Fig. 79. Pl. 16. Cette plaque peut être poſée parallelement au mur ou à l'axe de la terre; ſa ſituation n'eſt pas eſſentielle. On trouvera le pied du ſtyle, comme nous l'avons dit ailleurs, ſur lequel on tirera une ligne horiſontale & une verticale, ſuppoſé que ces deux lignes ſoient néceſſaires, comme nous le dirons ci-après.

Pl. 16. Fig. 79.

357. Si la hauteur du ſtyle eſt déterminée, on fera l'analogie ſuivante, pour trouver la longueur de la Méridienne :

Le ſinus total
eſt à la tangente de la hauteur Méridienne du Soleil,
comme la hauteur du ſtyle
eſt à la longueur de la Méridienne.

laquelle ſe comptera du pied du ſtyle juſqu'au point inférieur où elle ſe termine.

358. Nous donnerons deux méthodes pour tracer la Méridienne verticale; voici la premiere.

On marquera le point du plan ſur lequel tombe le centre de lumiere, qui vient du trou de la plaque à l'inſtant du Midi, qu'on ſuppoſe connu. Si on tire une verticale qui paſſe par ce point, & ſuffiſamment prolongée, ce ſera la Méridienne. Cette méthode de tracer une Méridienne eſt la plus facile; elle eſt bonne, ſoit que le plan décline ou qu'il ne décline point : mais nous entendons toujours qu'il ſoit bien vertical, du moins à l'endroit où la ligne Méridienne eſt décrite.

359. Mais ſi le plan eſt tant ſoit peu, ou même beaucoup en pente, qu'il ſoit déclinant ou non déclinant, on ſuſpendra un plomb à un fil au centre du trou de la plaque; & à l'inſtant de Midi, on marquera deux points ſur le plan, un à chaque extrémité de l'ombre du fil : on tracera une ligne ſur le plan d'un point à l'autre, prolongée autant qu'il le faudra. Cette Méridienne ſe trouvera d'autant plus oblique, que le plan ſera plus en pente & déclinant. Si le plan n'eſt pas droit, qu'il y ait des ornemens d'architecture ſaillans ou enfoncés, &c. on marquera un nombre de points ſur toute la trace de l'ombre du fil, ſe faiſant aider par pluſieurs perſonnes. Enſuite

Pl. 10. *Fig.* 41. on menera la ligne Méridienne qui paſſe par tous ces points : elle ſera tortueuſe ou courbe, ſelon la configuration du plan. Cette méthode eſt la meilleure & la plus facile pour les plans irréguliers.

360. Pour la ſeconde méthode, il faut commencer par chercher la déclinaiſon du plan; à cet effet, on fera tout ce que nous avons dit aux art. 185 & ſuiv. laquelle déclinaiſon étant trouvée, on tirera une ligne du centre diviſeur D vers L, qui faſſe avec la verticale PD un angle PDL égal à la déclinaiſon du plan; le point L, où la ligne DL coupe l'horiſontale, eſt celui ſur lequel doit paſſer la Méridienne CLM.

Pour trouver par le calcul ce point L, on fera l'analogie ſuivante, ſuppoſant toujours qu'on connoiſſe la déclinaiſon du plan :

Le ſinus total
eſt à la tangente de la déclinaiſon du plan,
comme la hauteur du ſtyle
eſt à la diſtance du pied P *du ſtyle au point* L, par où doit paſſer la Méridienne.

Suppoſons la déclinaiſon du plan de 30°, & la hauteur du ſtyle de 5645 parties; voici le calcul.

log. tangente de 30°	976144
log. du nombre naturel 5645	375166
Somme & reſte . . .	1351310

qui eſt le logarithme de 3259 parties; c'eſt la diſtance ſur l'horiſontale du point P au point L, par où doit paſſer la Méridienne, qu'on placera à droite de la verticale aux plans déclinans du Midi à l'Orient, & à la gauche aux déclinans vers l'Occident.

361. Avant que de finir cette Section, nous donnerons la maniere de trouver l'heure qu'il eſt, & même le moment précis de Midi par le calcul; ce

qui ſera d'un grand ſecours en pluſieurs occaſions, où il ſera néceſſaire de s'aſſurer du moment de Midi pour tracer une Méridienne, ou regler une pendule, &c. Ce calcul eſt preſque abſolument le même que celui qu'il faut faire pour trouver la déclinaiſon du plan. Mais on n'a pas beſoin d'avoir l'angle du vertical du Soleil avec le plan vertical; celui de la hauteur du Soleil ſuffit. On peut le trouver par un point d'ombre ou de lumiere ſur un plan horiſontal ou vertical, ou par le moyen d'un graphometre, ou par un demi-cercle aſſez grand, &c.

On meſurera à l'ordinaire le point de lumiere, comme nous avons dit art. 347, pour le plan horiſontal, & art. 187, pour le plan vertical; mais il eſt eſſentiel d'écrire l'heure & la minute qu'il eſt bien préciſément au moment où l'on marque le point de lumiere; il ne faut même être éloigné de Midi que de deux heures au plus. On peut le marquer depuis 10 heures du matin juſqu'à 11 heures & demie.

Suppoſons donc que l'on a marqué un point de lumiere ſur le plan à 11 heures 15 minutes préciſes de la montre dont on ſe ſert, (il n'eſt pas néceſſaire qu'elle ſoit bien miſe à l'heure,) ce ſera le 13 Novembre 1758. Le Soleil ce jour-là à Midi décline de 18° 3′, dont nous retrancherons une minute, parce qu'il n'eſt pas encore Midi, & qu'on en eſt éloigné d'environ une heure. Il faut ajouter 90° à 18° 2′, parce que la déclinaiſon eſt méridionale; ce qui fera 108° 2′, qui ſera la diſtance du Soleil au pôle.

Suppoſons que le calcul nous ait donné la hauteur du Soleil de 25° 55′, dont il faut ôter la réfraction, qui eſt 2′: reſtera 25° 53′ pour la véritable hauteur du Soleil, dont il faut prendre le complément, qui eſt 64° 7′; c'eſt la diſtance du Soleil au Zénit. Nous ſuppoſons le complément de la hauteur du pôle 45° 5′.

Ajoutez enſemble les trois choſes ſuivantes:

1°. Le complément de la hauteur du pôle 45° 5′
2°. La distance du Soleil au Zénit . . . 64° 7′
3°. La distance du Soleil au pôle . . . . 108° 2′

Somme . . . 217° 14′
Moitié de la somme . . . 108° 37′

Otez de cette moitié de la somme séparément . . . . . 45° 5′

Reste . . . 63° 32′

qui sera le premier excès.

Otez de la même moitié les 64° 7′ : restera 44° 30′, qui sera le second excès.

Otez encore de la même moitié les 108° 2′ : restera 0° 35′, qui sera le troisieme excès.

Ajoutez ensemble les log. sinus de ces trois excès ; sçavoir, de 63° 32′, de 44° 30′, & de 0° 35′, { 995192 / 984566 / 800779

Somme . . . 2780537

dont il faut extraire le log. sinus de 108° 37′, c'est-à-dire, de son supplément, qui est 71° 23′ 997666

Reste . . . 1782871

dont il faut prendre la moitié, qui est . . 891435

à laquelle il faut ajouter le logarithme sinus total 1000000

Somme . . . 1891435

Ici au lieu de soustraire, comme à l'ordinaire, de cette somme le log. sinus de la troisieme différence ou troisieme excès, c'est le log. sinus du second excès qu'il faut ôter ; c'est 984566

Reste . . . 906869

qui eſt le log. tangente de la moitié de l'angle du vertical du Soleil avec le Méridien ; c'eſt 6° 41′ qu'il faut doubler : ce qui fera 13° 22′, que l'on réduira en temps, à raiſon de 15° par heure, & de 15′ de dégré pour une minute d'heure ; cela fera 53′ 28″, qu'il faut ôter de 12 heures, parce que le point de lumiere a été marqué avant Midi ; ce ſera 11 heures 6′ & 32″, qui eſt la véritable heure, à l'inſtant où l'on a marqué le point de lumiere ; & comme il étoit pour lors 11 heures 15′ à la montre, il s'enſuit que la montre étoit avancée de 8 minutes 28 ſecondes. On n'aura donc qu'à la retarder de 8 minutes 28 ſecondes, & la montre ſera parfaitement à l'heure du Soleil. Comme on ne ſera pas loin de Midi, parce qu'il a fallu un peu de temps pour faire le calcul, on peut s'aſſurer que la montre, ſi médiocre qu'elle ſoit, ne peut avoir avancé ou retardé ſenſiblement dans ſi peu de temps ; ainſi on pourra marquer un point ſur le plan en toute ſûreté, au moment qu'il ſera Midi à la montre : une montre à ſecondes eſt très-commode pour cela ; on aura plus de préciſion.

SECTION III.

Maniere de joindre quelques lignes horaires à une Méridienne, ſoit horiſontale, ſoit verticale.

362. ON eſt quelquefois bien aiſe de joindre quelques lignes horaires à une Méridienne, ſoit horiſontale, ſoit verticale ; cela eſt même utile & fort commode en bien des occaſions : voici comment il faut s'y prendre, premierement pour la Méridienne horiſontale.

Pl. 24.

Il faut trouver le centre du Cadran ; pour cela, *Fig. 63.*

tirez la ligne indéfinie CM ſur un plan à part, autre que celui où eſt la Méridienne déjà tracée. Cette ligne CM vous repréſentera la Méridienne. Placez à volonté le point P ſur cette ligne, qui ſera le pied du ſtyle. Sur ce point P élevez une perpendiculaire PS ſur la ligne CM. Meſurez ſur le plan où eſt déjà la Méridienne, la hauteur du trou de la plaque, autrement dit la hauteur du ſtyle, & portez cette hauteur ſur le plan à part de P à S; ce ſera la hauteur du ſtyle. Sur le point S tirez la ligne SC, qui faſſe avec la ligne SP un angle égal au complément de la hauteur du pôle ſur l'horiſon du lieu où l'on eſt. Le point C où la ligne SC rencontrera la Méridienne CM, ſera le centre du Cadran.

363. On peut trouver le centre C du Cadran avec plus de préciſion par le calcul, & voici l'analogie :

Le ſinus total
eſt à la tangente du complément de la hauteur du pôle,
comme la hauteur du ſtyle
eſt à la diſtance du pied P *du ſtyle au centre* C *du Cadran.*

Pl. 24. Fig. 63. & 62.

364. Aux grandes Méridiennes horiſontales, il eſt rare que le pied du ſtyle ſoit ſur le carreau ou le parquet; il eſt bien ſouvent caché dans l'épaiſſeur de la muraille, ou autrement embarraſſé; en ce cas, ſuſpendez un plomb par un fil, auſſi près que vous pourrez du trou de la plaque, faiſant en ſorte qu'étant bien libre & en repos, ſa pointe touche ſur la Méridienne déjà tracée; meſurez la diſtance horiſontale du trou de la plaque au fil, & portez cette diſtance ſur le plan à part du point P au point *a*. Marquez auſſi ſur la Méridienne déjà tracée le point *a* où le plomb aura touché. Comme on a déjà porté

la distance du fil au trou de la plaque de *a* en P, on élevera sur le point P la perpendiculaire PS, comme nous avons dit art. 362, & on fera tout le reste de même. *Pl. 24. Fig. 63. & 62.*

365. Lorsqu'on aura trouvé le point C centre du Cadran, il sera aisé de trouver & de tracer les angles horaires que l'on voudra, soit géométriquement, comme à l'art. 123, soit par le calcul, art. 132, 133, &c. Quand on aura tracé toutes les lignes horaires que l'on voudra sur le plan à part, on y prolongera de part & d'autre de la Méridienne la perpendiculaire SP; ou si le pied du style ne paroît pas sur le plan où est la Méridienne, on prolongera la perpendiculaire *d a*, afin qu'elle coupe toutes les lignes horaires. On tirera une autre perpendiculaire *f g*, prolongée de part & d'autre vers le bas M de la Méridienne CM; de sorte qu'elle coupe également les lignes horaires. On prendra toutes les mesures ou tous les points d'intersection des lignes horaires avec la perpendiculaire *d b* sur une regle bien mince, que l'on posera bien juste sur la perpendiculaire *b d*; on en fera autant sur l'autre perpendiculaire *f g* au bas M de la Méridienne; & après avoir mesuré exactement la distance d'une perpendiculaire à l'autre *a* M, on portera toutes ces mesures & points sur la Méridienne, en y tirant les mêmes perpendiculaires, sur lesquelles on marquera les points horaires; ensuite on tirera des lignes d'un point à l'autre point correspondant, que l'on prolongera autant qu'il le faudra; ce seront les lignes horaires. Si le point P n'est point sur le plan où est la Méridienne, on tirera la perpendiculaire *d b*, qui passe sur le point *a*, que le plomb aura marqué. Il faut observer que toutes les lignes horaires, sans en excepter une seule, doivent être aussi longues que la Méridienne, autrement le point de lumiere ne les atteindroit pas en certains temps de l'année; car

il n'en eſt pas d'un ſtyle comme d'un axe. On doit être averti que cette méthode n'eſt bonne que dans le cas où le plan horiſontal eſt parfaitement de niveau & bien dreſſé; ſans cela les lignes horaires ſeroient fauſſes : mais non pas la Méridienne qui n'exige point un plan parfait. Ce n'eſt pas qu'il ne ſoit poſſible de tracer ces lignes horaires ſur des plans horiſontaux irréguliers; mais il faudroit dans ce cas faire un nombre d'opérations, que peu de perſonnes ſont en état d'exécuter, & dont par conſéquent nous ne parlerons pas. Les lignes horaires devroient être d'autant plus tortueuſes, que le plan ſeroit imparfait.

Pl. 11. *Fig.* 42. 366. Si l'on veut joindre quelques lignes horaires à une Méridienne verticale, il faut commencer par trouver le pied du ſtyle; tirer la verticale du plan & l'horiſontale; prendre la hauteur du ſtyle, que l'on portera ſur la verticale du pied P du ſtyle en D, qui ſera le centre diviſeur de l'horiſontale. On connoîtra la déclinaiſon du plan, ſi l'on tire une ligne de D au point L, où la Méridienne coupe l'horiſontale; l'angle PDL ſera la déclinaiſon du plan. Pour connoître la valeur de cet angle, on s'y prendra comme il eſt dit art. 179 ou 180, ou mieux par le calcul, art. 181. Enſuite pour trouver le centre du Cadran, on prendra la longueur de la ligne DL, que l'on portera ſur l'horiſontale de L à H, & du point H on tirera une ligne HC, qui faſſe avec la ligne HL l'angle LHC égal à la hauteur du pôle ſur l'horiſon du lieu. Le point C où la ligne HC rencontrera la Méridienne CM, ſera le centre du Cadran, duquel on tirera la ligne CPB, qui paſſe ſur le pied P du ſtyle; ce ſera la ſouſtylaire. On fera le reſte comme il eſt dit dans l'art. 197; moyennant quoi on tracera les lignes horaires que l'on voudra, aux côtés de la Méridienne.

367. Il ſera mieux de faire tout cela par le cal-

cul. Après avoir donc trouvé la déclinaiſon du plan, on fera l'analogie ſuivante pour trouver le centre du Cadran :

Le ſinus total
eſt à la tangente de la hauteur du pôle,
comme la longueur de la ligne DL
eſt à la diſtance ſur la Méridienne du
point L *juſqu'au centre* C *du Cadran.*

Du centre C du Cadran on tirera la ligne CPB, qui paſſe ſur le pied P du ſtyle; ce ſera la ſouſtylaire; enſuite on cherchera les trois angles fondamentaux par les analogies des art. 201, 202, 203 & 204; leſquels étant trouvés, on calculera les angles horaires, comme il eſt dit aux art. 205, 206, &c.

368. On peut marquer aux côtés de la Méridienne, ſoit horiſontale, ſoit verticale, juſqu'à deux heures avant & après Midi, avec les minutes de cinq en cinq. On fera bien de tracer auſſi une ligne horaire d'une minute avant & après Midi, ſi la Méridienne eſt aſſez grande pour cela; mais il faut toujours obſerver (365) que toutes ces lignes horaires, quelles qu'elles ſoient, doivent être auſſi longues que la Méridienne (365). On pourra les diſtinguer ſoit par une couleur différente, ſoit par des points, ou en les faiſant d'une différente groſſeur, &c.

SECTION IV.

Méridienne horiſontale & verticale du temps moyen.

369. Nous commencerons par expliquer ce que l'on doit entendre par *temps moyen.* On diſtingue deux ſortes de temps, *le temps vrai* & *le temps moyen.* Pour concevoir la différence qu'il y a entre l'un & l'autre, il eſt à remarquer que les jours naturels ne ſont pas égaux entr'eux. On entend par jour naturel, la durée d'une révolution apparente du Soleil d'Orient en Occident, telle que nous la voyons du moment de Midi juſqu'au moment de Midi du jour ſuivant. Or ce qui fait que les jours naturels ne ſont pas égaux entr'eux, c'eſt que le Soleil n'avance pas toujours également vers l'Orient par rapport à l'Equateur; plus il avance, plus le jour eſt long, parce qu'il eſt plus long-temps à revenir au Méridien. Il y a deux cauſes de l'inégalité de ce mouvement apparent du Soleil rapporté à l'Equateur: je dis rapporté à l'Equateur; car quoique le Soleil ſoit mû ſur l'écliptique, il faut toujours le rapporter à un point de l'Equinoxiale, déterminé par le cercle de déclinaiſon, qui paſſe par le Soleil, puiſque ce point eſt l'interſection de ce cercle avec l'Equinoxial. La premiere des deux cauſes eſt que le mouvement apparent du Soleil ſur l'écliptique n'eſt pas toujours le même; il a plus de vîteſſe vers le *périgée* que vers l'*apogée.* La ſeconde cauſe eſt l'obliquité de l'écliptique; car quand même le Soleil parcourroit tous les jours des parties égales de ce cercle, il n'avanceroit pas néanmoins également par rapport à l'Equateur, parce que tous les dégrés de l'écliptique

l'Ecliptique ne répondent pas chacun à un dégré de l'Equateur.

Cela posé, le temps vrai que l'on nomme aussi *apparent*, est mesuré par le mouvement apparent du Soleil d'Orient en Occident, tel qu'il est en effet, & tel que le marquent tous les Cadrans solaires. Le temps moyen est celui que l'on conçoit s'écouler toujours uniformément & d'une maniere toujours égale; de sorte qu'une pendule bien reglée étant mise sur l'heure du Soleil un certain jour de l'année, ne se rencontrera plus avec le Soleil qu'à pareil jour de l'année suivante: tous les autres jours elle s'en trouvera différente, parce que le Soleil ne paroît pas avoir un mouvement égal & uniforme; au lieu que celui de la pendule ne peut être que toujours égal. Par exemple, si l'on met la pendule à Midi du Soleil le premier Novembre, elle avancera tous les jours sur le Soleil, selon une gradation connue, en sorte que le 10 Février suivant, l'heure de la pendule précédera l'heure vraye du Soleil de 31 minutes 5 secondes. Après le 10 Février, la différence diminuera chaque jour; en sorte que le 15 Mai, l'heure moyenne, c'est-à-dire, celle de la pendule, n'avancera plus sur le Soleil que de 12 minutes 8 secondes. Après le 15 Mai la différence ira toujours en augmentant, en sorte que le 26 Juillet, l'heure moyenne avancera sur l'heure vraye de 22 minutes 15 secondes. Après le 26 Juillet, la différence ira toujours en diminuant; en sorte que le premier Novembre l'heure du temps moyen, ou de la pendule, se rencontrera avec l'heure vraye du Soleil.

370. On appelle *équation du temps* ou *de l'horloge*, la différence qu'il y a chaque jour entre le mouvement vrai du Soleil, ou sa révolution inégale de chaques 24 heures, & la marche toujours égale & réguliere d'une bonne pendule. Comme il y a tous les jours une différence réelle, on en a composé des

Tables, qui marquent chaque jour de combien de ſecondes l'heure vraye précéde ou ſuit celle de la pendule à Midi de chaque jour; c'eſt ce que l'on appelle la *Table des équations.*

371. Il faut obſerver que le temps, dont l'heure marquée à la pendule devance l'heure du Soleil, eſt quelquefois de plus de demi-heure, ainſi que nous venons de l'expliquer. Cette différence a paru trop conſiderable pour l'uſage civil. On a cherché un expédient pour rapprocher ou tenir plus près l'une de l'autre, l'heure vraye & l'heure moyenne.

Cet expédient a été de ne plus mettre la pendule d'accord avec le Soleil le premier Novembre à Midi; mais au contraire de mettre ce jour-là la pendule ſur 11 heures 43′ 44″, lorſqu'il eſt Midi au Soleil.

Par ce moyen la pendule avance quelquefois ſur le Soleil, & quelquefois le Soleil avance ſur la pendule; mais auſſi l'heure moyenne n'avance jamais ſur l'heure vraye que de 14′ 49″, & ne peut retarder ſur l'heure vraye que de 16′ 16″, comme on peut le voir dans le livre de la *Connoiſſance des Temps*, à la cinquieme colomne de la ſeconde page de chaque mois, intitulée : *Temps moyen au Midi vrai*, où l'on a marqué pour tous les jours de l'année quelle doit être l'heure à la pendule reglée ſur le temps moyen, quand il eſt Midi vrai au Soleil. Ce que nous venons de dire regarde principalement la pendule à ſecondes, qui eſt d'une juſteſſe ſupérieure à toutes les autres.

372. Il y a quatre momens dans l'année auxquels le temps moyen & le temps vrai concourent l'un avec l'autre. L'équation pour lors eſt nulle. Cela arrive vers le 15 Avril, le 15 Juin, le 30 Août & le 23 Décembre.

373. Puiſque le temps moyen précede quelquefois le temps vrai, & qu'il le ſuit quelquefois, il s'enſuit néceſſairement que la ligne Méridienne du temps

Pl. 25. *Fig.* 64.

moyen doit paſſer de côté & d'autre de celle du temps vrai, & qu'elle doit ſerpenter autour de cette ligne; auſſi a-t-elle à peu près la figure d'un 8 de chiffre fort allongé, & coupé en quatre points par la Méridienne du temps vrai, qui eſt toujours une ligne droite, quand elle eſt tracée ſur un plan droit. Ces quatre points d'interſection des deux Méridiennes, ſont pour les quatre momens de l'année auxquels ces deux temps ſe rencontrent. *Pl.* 27. *Fig.* 67.

374. Il paroît par cette figure de la Méridienne du temps moyen, que le point de lumiere qui vient du trou de la plaque, paſſe une fois dans un jour ſur un côté de la ligne courbe, & le même jour ſur la courbe de l'autre côté oppoſé. Or il n'y a qu'une de ces deux branches qui marque le Midi moyen pour un certain temps de l'année, & l'autre branche le marque pour une autre ſaiſon.

375. La Méridienne du temps moyen eſt fort utile, & très-commode pour regler une montre, une pendule ou une horloge avec grande facilité, ſans être obligé d'avoir recours aux Tables d'équation, qui cauſent ſouvent quelque embarras à ceux qui ne conçoivent pas bien la différence du temps moyen & du temps vrai. La Méridienne du temps moyen a été imaginée pour cet uſage; car ſi on met un jour quelconque la pendule à Midi précis, au moment où le point de lumiere du trou de la plaque tombe ſur la courbe du mois où l'on eſt; ſi cette pendule eſt bien reglée, elle doit toujours ſuivre le Midi du temps moyen, lorſque le point de lumiere ſe rencontre ſur la ſuite de la même courbe, & cela d'un bout de l'année à l'autre. Ainſi on pourra regler une pendule immédiatement ſur la Méridienne du temps moyen; ce qui eſt bien plus ſimple que d'avoir recours à d'autres expédiens, qui demandent plus d'intelligence.

Avant de rien faire, il eſt néceſſaire de s'aſſurer

que le plan horiſontal qu'on deſtine à la Méridienne du temps moyen ſoit bien de niveau & bien dreſſé; ſans quoi les opérations dont nous allons parler ſeront d'autant plus fauſſes, que le plan ſera plus imparfait.

376. Pour décrire la Méridienne horiſontale du temps moyen, il faut commencer par tracer à l'ordinaire celle du temps vrai, comme nous l'avons dit dans la premiere Section de ce Chapitre, art. 348. & ſuivans; car nous entendons parler de la grande Méridienne horiſontale, que l'on trace ſur le parquet ou ſur le carreau, dans des ſalles ou dans des Egliſes. Il n'y a gueres que celle-là ſur laquelle on trace la Méridienne du temps moyen. Aux deux côtés de la Méridienne du temps vrai, on tirera une ligne horaire d'un quart d'heure, c'eſt-à-dire, la ligne horaire de 11 heures 3 quarts & de Midi un quart. Pour cela, on ſuivra, ſi l'on veut, la méthode de l'art. 362. & ſuiv.

377. On cherchera ſur la Méridienne du temps vrai, les points auxquels répondent les dégrés des ſignes du Zodiaque de trois en trois dégrés. Voici comment il faut s'y prendre.

Pl. 16. *Fig.* 44. Sur le plan où eſt la Méridienne, ou bien ſur un plan à part, tirez une ligne droite PM, qui repréſentera la Méridienne. Elevez la perpendiculaire PS, qui repréſentera la hauteur du ſtyle. Du point S, comme centre, & du rayon convenable à votre échelle des cordes, ou à votre échelle des parties égales, vous décrirez l'arc PX, ſur lequel vous prendrez tous les angles des ſignes en cette ſorte : tirez la ligne SB, qui faſſe l'angle PSB égal à l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu; & vous aurez ſur la Méridienne PM le point B, qui ſera le premier dégré du Bélier & de la Balance. Tirez la ligne SC, qui faſſe avec CSB un angle de 23° 28′, & vous aurez le premier dégré du Tropique du Cancer. Tirez la

ligne SM, qui faſſe également avec la ligne SB un angle BSM de 23° 28′, & vous aurez le premier dégré du Tropique du Capricorne; enſuite tirez la ligne SD, qui faſſe avec la ligne SB un angle DSB de 20° 11′, & vous aurez le premier dégré du Sagittaire & du Verſeau. Tirez la ligne SE, qui faſſe avec SB un angle BSE de 11° 29′, & vous aurez le premier dégré du Scorpion & des Poiſſons. Tirez la ligne SF, qui faſſe avec SB un angle BSF de 11° 29′, & vous aurez le premier dégré du Taureau & de la Vierge. Tirez la ligne SG, qui faſſe avec SB un angle BSG de 20° 11′, & vous aurez le premier dégré des Gemeaux & du Lion. Voilà donc le premier dégré ou le dernier de chaque ſigne du Zodiaque marqué ſur la Méridienne. Ces dégrés doivent toujours ſe compter depuis la ligne SB, qui repréſente l'Equateur.

378. Il s'agit préſentement de marquer ſur la Méridienne les dégrés particuliers de chaque ſigne de trois en trois. Nous ne le marquerons ſur la figure que de 15 en 15, à cauſe de ſa petiteſſe. Ainſi pour avoir le 15^{e} dégré du Cancer, tirez la ligne SO, qui faſſe avec SB l'angle OSB de 22° 38′. Pour avoir le 15^{e} dégré des Gemeaux & du Lion, tirez la ligne SN, qui faſſe avec SB un angle BSN de 16° 21′. Pour avoir le 15^{e} dégré du Taureau & de la Vierge, tirez la ligne SL, qui faſſe avec SB un angle BSL de 5° 55′. On en fera de même pour avoir le point K & le point I: c'eſt ainſi que l'on continuera, marquant ſur la Méridienne les dégrés de trois en trois, comme ils ſont indiqués dans la Table ſuivante.

 TABLE de la déclinaiſon du Soleil aux dégrés de l'Ecliptique pris de trois en trois.

Dégrés des ſignes.	Declinaison du Soleil.	Dégrés des ſignes.	Declinaison du Soleil.	Dégrés des ſignes.	Declinaison du Soleil.
L'Ecreviſſe, 23° 28′.		Le Taur. La Vierge.		Le Scorp. Les Poiſ.	
3°	23° 26′	3°	10° 25′	3°	12° 32′
6	23 20	6	9 19	6	13 32
9	23 10	9	8 12	9	14 31
12	22 56	12	7 14	12	15 27
15	22 38	15	5 55	15	16 21
18	22 16	18	4 45	18	17 13
21	21 50	21	3 34	21	18 2
24	21 20	24	2 23	24	18 48
27	20 47	27	1 12	27	19 31
30	20 11	30	0 0	30	20 11
Les Gém. Le Lion.		Le Bélier. La Balan.		Le Sagit. Le Verſ.	
3°	19° 31′	3°	1° 12′	3°	20° 47′
6	18 48	6	2 23	6	21 20
9	18 2	9	3 34	9	21 50
12	17 13	12	4 45	12	22 16
15	16 21	15	5 55	15	22 38
18	15 27	18	7 4	18	22 56
21	14 31	21	8 12	21	23 10
24	13 32	24	9 19	24	23 20
27	12 32	27	10 25	27	23 26
30	11 29	30	11 29	30	23 28
Le Taur. La Vierge.		Le Scorp. Les Poiſ.		Le Capricorne.	

Cette Table n'eſt faite que pour marquer les points des ſignes du Zodiaque ſur la Méridienne. La premiere colomne déſigne les dégrés de chaque ſigne de trois en trois; & la ſeconde contient les dégrés de la déclinaiſon du Soleil correſpondans. La troi-

ſieme colomne eſt la ſuite de la premiere, comme la cinquieme l'eſt de la troiſieme; en ſorte que les deux ſecondes colomnes ſont la ſuite des deux premieres, & les deux troiſiemes ſont la ſuite des deux ſecondes. Ce ſont les points des dégrés de la déclinaiſon du Soleil contenus dans les ſecondes colomnes, qu'il faut marquer ſur la Méridienne PM. *Pl. 16. Fig. 44.*

Il n'eſt pas néceſſaire, dans la pratique, de tirer réellement les lignes SC, SO, SG, &c. Il ſuffira de marquer ſur la Méridienne les interſections que ces lignes doivent faire ſur elle; ce qui s'exécutera en appliquant une regle ſur le point S, & qui paſſe ſur le dégré de l'arc PX dont il s'agira, & on ne fera qu'une petite interſection ſur la Méridienne, au point où la regle indiquera.

379. Mais il y aura moins d'embarras, & on operera plus juſte, en cherchant par le calcul les points des dégrés des ſignes du Zodiaque ſur la Méridienne. Pour cela il faut ſçavoir la hauteur Méridienne du Soleil à chaque dégré de ſigne; or pour avoir la hauteur Méridienne du Soleil, il faut ajouter ſa déclinaiſon au complément de la hauteur du pôle; la ſomme fait la hauteur Méridienne du Soleil. Par exemple, au 9^{e} dégré du Cancer la déclinaiſon du Soleil eſt de 23° 10′, qu'il faut ajouter au complément de la hauteur du pôle, que nous ſuppoſons de 45° 10′; ce ſera 68° 20′, qui donneront la hauteur Méridienne du Soleil; & cela, ſuppoſé que la déclinaiſon du Soleil ſoit ſeptentrionale: mais ſi elle eſt méridionale, la hauteur Méridienne du Soleil ſera égale à l'excès ou à la différence entre le complément de l'élévation du pôle & la déclinaiſon du Soleil. Lorſque le Soleil eſt à l'Equateur, ſa hauteur Méridienne eſt égale à l'élévation de l'Equateur, qui eſt toujours le complément de l'élévation du pôle. Cela poſé, on fera l'analogie ſuivante:

Le ſinus total
eſt à la tangente du complément de la hauteur Méridienne du Soleil,
comme la hauteur du ſtyle
eſt à la diſtance du pied du ſtyle, juſqu'au point du dégré du ſigne ſur la Méridienne.

Exemple : ſuppoſons que l'on veuille marquer ſur la Méridienne le point du 21^e^ dégré du Cancer. La déclinaiſon du Soleil eſt pour lors ſeptentrionale, puiſqu'elle l'eſt depuis le Cancer juſqu'au Bélier & la Balance ; & depuis le Bélier & la Balance, elle eſt méridionale. Au 21^e^ dégré du Cancer la déclinaiſon du Soleil eſt de 21° 50′, qu'il faut ajouter à 45° 10′ complément de la hauteur du pôle ; la ſomme fera 67°, dont le complément 23° ſera la hauteur Méridienne du Soleil. Suppoſons la hauteur du ſtyle de 15 pieds, qui font 2160 lignes.

log. tangente de 23°	962785
log. du nombre naturel 2160	333445
Somme & reſte . . .	1296230

qui eſt le log. de 917 lignes ; ce qui fait 6 pieds 4 pouces 5 lignes ; ce ſera la diſtance du point P ſur la Méridienne juſqu'au point du 21^e^ dégré du ſigne du Cancer.

Autre exemple : ſuppoſons que l'on veuille marquer ſur la Méridienne le point du 27^e^ dégré du Sagittaire & du Verſeau. La déclinaiſon du Soleil eſt alors méridionale, & de 23° 26′ : ôtez-les de 45° 10′ ; reſtera 21° 44′, dont le complément eſt 68° 16′.

log. tangente de 68° 16′	1039944
log. du nombre naturel 2160	333445
Somme & reſte . . .	1373389

qui eſt le log. de 5418 lignes; ce qui fait 37 pieds 7 pouces 6 lignes, depuis le pied P du ſtyle juſqu'au point du 27^e^ dégré du Sagittaire & du Verſeau.

380. Tous les points des dégrés des paralleles des ſignes étant marqués ſur la Méridienne, on tirera des perpendiculaires à la Méridienne, qui paſſent ſur chaque point, & qui ſe terminent de chaque côté aux deux lignes horaires de 11 heures 3 quarts, & de Midi un quart. Pour tirer ces perpendiculaires avec facilité, on appliquera une regle, dont le bord ſoit tout le long de la ligne Méridienne; enſuite on appuyera un côté d'une équerre le long du côté de la regle, & par ce moyen on tracera les perpendiculaires d'un côté ſeulement de la Méridienne; enſuite avec une petite regle on les prolongera de l'autre côté. Ces perpendiculaires repréſentent les paralleles que le Soleil décrit quand il répond aux dégrés de l'écliptique que ces points déſignent, ou du moins ces perpendiculaires ne différent pas ſenſiblement des lignes courbes qui repréſentent ces paralleles, parce qu'elles doivent être fort courtes; puiſqu'il ne faut les prolonger de part & d'autre que juſqu'aux deux lignes horaires de onze heures trois quarts, & de Midi un quart. A la rigueur il faudroit que ces perpendiculaires ne fuſſent pas des lignes droites, mais courbes, excepté celle qui repréſente l'Equateur; mais pour une Méridienne horiſontale, il n'y a pas d'erreur ſenſible à décrire des lignes droites. *Pl. 25. Fig. 64.*

381. Il faut concevoir que les deux ſegmens de chaque perpendiculaire, dont l'un eſt contenu entre la ligne horaire de 11 heures trois quarts & la Méridienne; & l'autre entre la Méridienne & la ligne de Midi un quart, ſont diviſés chacun en autant de parties égales qu'il y a de ſecondes entre 11 heures trois quarts & Midi; ou entre Midi & Midi un quart, c'eſt-à-dire, en 900 parties, parce qu'il y a

Pl. 25. *Fig.* 64. 900 ſecondes dans 15 minutes, ou dans un quart d'heure.

On prendra ſur chaque perpendiculaire de côté & d'autre autant des 900 parties qu'il y a de ſecondes dans l'équation du jour, auquel le Soleil décrira le parallele qui répond à la perpendiculaire; mais comme le Soleil décrit le parallele en deux jours différens, il y a auſſi deux équations: on marquera donc le nombre des parties, qui eſt égal à celui des ſecondes d'une équation, ſur la perpendiculaire d'un côté de la Méridienne. On marquera auſſi de l'autre côté le nombre des parties qui eſt égal à celui des ſecondes de l'autre équation. Quand le Midi moyen doit préceder le Midi vrai, on marque entre la Méridienne & la ligne de 11 heures trois quarts, le nombre des parties déterminé par l'équation, ou plutôt le point qui eſt le terme de ces parties; & lorſque le Midi vrai précede l'autre, on marque le point entre la Méridienne & la ligne horaire de Midi un quart.

382. On réduira ceci en pratique, au moyen du compas de proportion; ce qui ſe fera ainſi: la ligne des parties égales du compas de proportion, qui eſt celle dont il faut ſe ſervir, ne contenant pas 900 parties, mais ſeulement 200, on choiſira une partie aliquote de 900, qui ſoit contenue dans 200; par exemple, 180, qui eſt le cinquieme de 900. On prendra, avec un compas ordinaire, un côté de la longueur entiere d'une perpendiculaire, c'eſt-à-dire, depuis l'une des deux lignes horaires juſqu'à la Méridienne: on portera cette diſtance ſur le compas de proportion aux points 180 & 180, l'ouvrant pour cet effet autant qu'il le faudra. Le compas de proportion demeurant ainſi ouvert, on prendra le cinquieme du nombre des ſecondes, qui convient à l'équation, & qui doit être appliqué ſur le dégré du ſigne dont il s'agit. Suppoſons, par exemple, que

l'équation ſoit de 11 minutes 41 ſecondes; ce qui fait 701 ſecondes: on cherchera la cinquieme partie de 701; c'eſt 140. Le compas de proportion demeurant ainſi ouvert, comme nous venons de le dire, on prendra avec le compas ordinaire la diſtance des points 140 & 140, que l'on portera ſur la perpendiculaire en queſtion, en appliquant une pointe ſur l'interſection de la ligne de Midi ou Méridienne, & l'autre pointe ſur la même perpendiculaire, en tirant vers la ligne horaire. Voici une Table où nous avons mis les dégrés des ſignes de trois en trois dans la premiere colomne; dans la ſeconde, ceux de la déclinaiſon du Soleil, quand il répond à ces dégrés; dans la troiſieme, le nombre des ſecondes convenable aux mêmes dégrés; & dans la quatrieme, le cinquieme du nombre de ces mêmes ſecondes. *Pl.* 25. *Fig.* 64.

TABLE de la déclinaiſon du Soleil, & de l'équation du temps convenable aux dégrés de l'Ecliptique pris de trois en trois.

♈ Le Bélier.	Déclinaiſ. ſepten. D.	M.	Nomb. des ſec. Addit.	Cinq. du no. des ſecond.
3°	1°	12′	400″	80
6	2	23	343	68½
9	3	34	287	57
12	4	45	230	46
15	5	55	175	35
18	7	4	121	24
21	8	12	69	14
24	9	19	20	4
			Souſtr.	
27	10	25	26	5
30	11	29	69	14
♉				
Taur. 3	12	32	107	21
6	13	32	142	28
9	14	31	171	34
12	15	27	196	39
15	16	21	216	43
18	17	13	230	46
21	18	2	238	47½
24	18	48	242	48
27	19	31	239	48
30	20	11	231	46
♊				
Gém. 3	20	47	218	43½
6	21	20	199	40
9	21	50	176	35
12	22	16	149	30
15	22	38	118	23½
18	22	56	84	17
21	23	10	47	9
24	23	20	8	2
			Addit.	
27	23	26	32	6
30	23	28	72	14

♋ L'Eceviſ. ou Can.	Déclinaiſ. ſepten. D.	M.	Nomb. des ſec. Addit.	Cinq. du no. des ſecond.
3°	23°	26′	112″	22
6	23	20	151	30
9	23	10	189	38
12	22	56	224	45
15	22	38	256	51
18	22	16	285	57
21	21	50	310	62
24	21	20	329	66
27	20	47	345	69
30	20	11	355	71
♌				
Lion 3	19	31	358	71½
6	18	48	356	71
9	18	2	350	70
12	17	13	335	67
15	16	21	314	63
18	15	27	290	58
21	14	31	260	52
24	13	32	225	45
27	12	3	184	37
30	11	29	139	28
♍				
Vier. 3	10	25	89	18
6	9	19	37	7
			Souſtr.	
9	8	12	19	4
12	7	4	78	15½
15	5	55	138	27½
18	4	45	202	40
21	3	34	266	53
24	2	23	330	66
27	1	12	394	79
30	0	0	457	91

TABLE de la déclinaiſon du Soleil, & de l'équation du temps convenable aux dégrés de l'Ecliptique pris de trois en trois.

♎ La Balan.	Déclinaiſ. mérid. D.	M.	Nomb. des ſec. Souſtr.	Cinq. du no. des ſecond.
3°	1°	12′	518″	103½
6	2	23	578	115½
9	3	34	635	127
12	4	45	690	138
15	5	55	740	148
18	7	4	787	157
21	8	12	831	166
24	9	19	870	174
27	10	25	902	180
30	11	29	929	186
♏				
Scorp. 3	12	32	948	189½
6	13	32	962	192
9	14	31	968	195½
12	15	27	968	195½
15	16	21	963	192½
18	17	13	945	189
21	18	2	920	184
24	18	48	890	178
27	19	31	853	170½
30	20	11	808	161½
♒				
Sagit. 3	20	47	760	152
6	21	20	701	140
9	21	50	634	127
12	22	16	563	112½
15	22	38	488	97½
18	22	56	410	82
21	23	10	328	65½
24	23	20	243	48½
27	23	26	157	31
30	23	28	68	13½

♑ Le Capri-corne.	Déclinaiſ. mérid. D.	M.	Nomb. des ſec. Addit.	Cinq. du no. des ſecond.
3°	23°	26′	21″	4
6	23	20	100	20
9	23	10	195	39
12	22	56	278	55½
15	22	38	357	71
18	22	16	433	86½
21	21	50	505	101
24	21	20	572	114
27	20	47	633	126½
30	20	11	688	137½
♒				
Verſ. 3	19	31	737	147
6	18	48	779	156
9	18	2	813	162½
12	17	13	840	168
15	16	21	860	172
18	15	27	873	174½
21	14	31	879	176
24	13	32	879	176
27	12	32	871	174
30	11	29	858	171½
)(				
Poiſſ. 3	10	25	838	167½
6	9	19	813	162½
9	8	12	782	156
12	7	4	746	149
15	5	55	705	141
18	4	45	661	132
21	3	34	614	123
24	2	23	563	112½
27	1	12	510	102
30	0	0	456	91

Pl. 25. *Fig.* 64. 383. La Table de la page 246 eſt dans le fond la même que celle-ci. Nous n'avons ainſi arrangé celle-là que pour pouvoir marquer avec plus de facilité les points des paralleles des ſignes du Zodiaque ſur la Méridienne. Nous les avons mis de deux en deux, parce qu'ils doivent être auſſi de deux en deux ſur la Méridienne : mais celle-ci eſt dans un arrangement différent, & voici comment il faut s'en ſervir.

On commencera par poſer le ſigne du Bélier du côté de l'Occident de la Méridienne au point déterminé, art. 377. & ſuiv.; enſuite on écrira toujours du même côté ſur chaque perpendiculaire, les dégrés de ce ſigne 3, 6, 9, 12, &c. en montant vers le pied du ſtyle; après le ſigne du Bélier, on mettra celui du Taureau avec ſes dégrés de trois en trois, comme on a fait au ſigne du Bélier. Après le Taureau, on mettra les Gémeaux, dont le dernier dégré ſe trouvera ſur le bout de la Méridienne vers le pied du ſtyle : on mettra l'Ecreviſſe, dont le commencement ſe trouvera auſſi au bout de la Méridienne, & on écrira les dégrés de ce ſigne en deſcendant du côté de l'Orient de la Méridienne. Après l'Ecreviſſe ou Cancer, on poſera le Lion toujours du côté de l'Orient, enſuite la Vierge, la Balance, le Scorpion, le Sagittaire toujours du côté de l'Orient de la Méridienne. Le dernier dégré du Sagittaire ſe rencontrera tout-à-fait au fond de la Méridienne, de même que le premier dégré du Capricorne, dont la ſuite des dégrés ſe poſera en remontant du côté de l'Occident de la Méridienne; enſuite on écrira le Verſeau, & enfin les Poiſſons, dont le dernier dégré ſe trouvera ſur le ſigne du Bélier. On verra par cet arrangement que les ſignes ſe trouveront diſpoſés de deux en deux, comme ils ſont marqués dans la Table de la page 246. Voilà l'uſage de la premiere colomne de cette Table.

384. La seconde colomne de cette Table sert à faire connoître la déclinaison du Soleil convenable à chaque dégré de chaque signe. On a pû en avoir marqué les points sur la Méridienne par les articles 377 & suiv. La troisieme colomne désigne la quantité des secondes qui composent l'équation correspondante à chaque dégré de signe. Si on avoit un compas de proportion qui pût contenir 900 parties égales, il ne faudroit point faire le calcul dont nous avons parlé, art. 382; mais comme le compas de proportion n'a que 200 parties égales, on est obligé de prendre le cinquieme du nombre des secondes de chaque équation. Nous avons donc mis la quatrieme colomne de cette Table, pour épargner la peine de faire ce calcul. Elle contient le cinquieme de chaque équation, & voici comment il faut s'en servir. *Pl.* 25. *Fig.* 64.

385. On prendra, comme nous avons dit art. 382. le segment ou la perpendiculaire, dont la longueur est terminée d'un bout par la ligne de Midi, & de l'autre bout par la ligne horaire de 11 heures 3 quarts; on prendra, dis-je, avec un compas ordinaire la longueur de cette ligne à l'endroit du troisieme dégré du Bélier, du côté occidental de la Méridienne, & l'on portera le compas ainsi ouvert sur la ligne des parties égales du compas de proportion aux points 180 & 180. Le compas de proportion demeurant ainsi ouvert, on prendra avec le compas ordinaire la distance des points 80 & 80, & on portera cette distance sur la perpendiculaire du 3^{e} dégré du Bélier, en posant une pointe sur la Méridienne, & l'autre vers la ligne horaire de 11 heures 3 quarts. On continuera cette opération en montant du côté occidental jusqu'au 24^{e} dégré du Bélier inclusivement, comme l'on voit dans la Table sur laquelle il faut remarquer que l'équation appellée *additive* se place toujours à l'Occident de la Méridienne, &

Pl. 25. Fig. 64. l'équation *ſouſtractive* ſe poſe à l'Orient de la même Méridienne. Ainſi quand on ſera arrivé au 27^e^ dégré du Bélier, où l'équation commence à être ſouſtractive, on poſera la diſtance marquée 5 ſur la perpendiculaire du côté oriental de la Méridienne, en poſant une pointe du compas ſur la Méridienne, & l'autre vers la ligne horaire de Midi un quart.

On continuera de marquer ſur les perpendiculaires du côté oriental, les équations juſqu'au 24^e^ dégré des Gémeaux incluſivement; & on poſera l'équation du 27^e^ dégré ſuivant du côté occidental de la Méridienne juſqu'au 6^e^ dégré incluſivement du ſigne de la Vierge, après lequel on trouve le mot *ſouſtractive;* c'eſt-à-dire, qu'il faut recommencer à poſer l'équation du côté oriental de la Méridienne juſqu'au 30^e^ dégré incluſivement du Sagittaire, qui ſe trouve tout au bout inférieur de la Méridienne; enſuite on poſera l'équation du 3^e^ dégré du Capricorne du côté occidental, en remontant juſqu'au 30^e^ dégré des Poiſſons, qui eſt auſſi le premier du Bélier, & cette opération ſera finie.

386. Si le ſegment ou le côté de la perpendiculaire compris entre la Méridienne & la ligne horaire qui eſt à un côté, étoit trop grand pour être contenu entre les points 180 & 180, quelqu'ouverture que l'on donnât au compas de proportion, il faudroit en ce cas tirer une ligne qui partageât en deux parties égales toutes les perpendiculaires de chaque côté de la Méridienne entre les deux lignes horaires; les deux angles horaires ſe trouveroient ainſi partagés en deux : alors on prendroit la moitié d'un côté de la perpendiculaire, que l'on porteroit ſur 180 & 180 du compas de proportion; enſuite on prendroit, par exemple, la diſtance de 140 & 140, que l'on porteroit deux fois ſur la perpendiculaire.

387. Tous les points des équations étant marqués ſur les perpendiculaires, on les joindra les uns aux autres

autres par des lignes qui, toutes enſemble, feront une courbe, qui ſera la Méridienne du temps moyen, ſur laquelle ſe trouveront les quatre interſections avec la Méridienne du temps vrai, dont deux aux deux extrémités, & deux autres vers le milieu, où la courbe ſe croiſe, & l'on verra que ces quatre interſections ſe rencontreront aux quatre momens de l'année, où le temps vrai & le temps moyen concourent enſemble (372).

388. Il reſte pour avoir fini la Méridienne du temps moyen, d'y marquer autour les mois de l'année. On poſera le mot *Mars* de façon que ſa premiere lettre ſoit entre le 9^{e} & le 12^{e} dégré des Poiſſons du côté occidental de la Méridienne, & en montant. Le mot *Avril* ſe poſera du même côté, & en montant; en ſorte que la premiere lettre ſoit entre le 9^{e} & le 12^{e} dégré du Bélier. On poſera le mot *Mai* du côté oriental, & ſa premiere lettre entre le 9^{e} & 12^{e} dégré du Taureau, toujours en montant. La premiere lettre du mot *Juin* ſe poſera auſſi du côté oriental & en montant, entre le 9^{e} & le 12^{e} dégré des Gémeaux. Le mot *Juillet* ſe poſera du côté occidental, & en deſcendant; en ſorte que ſa premiere lettre ſoit au 9^{e} dégré de l'Ecreviſſe. Le mot *Août* ſe poſera du côté occidental en deſcendant; en ſorte que ſa premiere lettre ſoit au 9^{e} dégré du Lion. Le mot *Septembre* ſe poſera du côté oriental en deſcendant; en ſorte que ſa premiere lettre ſoit au 9^{e} dégré de la Vierge. Le mot *Octobre* ſe poſera du côté oriental en deſcendant; en ſorte que ſa premiere lettre ſe trouve au 9^{e} dégré de la Balance. Le mot *Novembre* ſe poſera du côté oriental en deſcendant; en ſorte que ſa premiere lettre ſoit au 9^{e} dégré du Scorpion. Le mot *Décembre* ſe poſera du côté oriental en deſcendant; en ſorte que ſa premiere lettre ſoit au 9^{e} dégré du Sagittaire. Le mot *Janvier* ſe poſera du côté occidental en montant; en ſorte

que ſa premiere lettre ſoit entre le 9^e & le 12^e dégré du Capricorne. Si la Méridienne n'eſt pas bien grande, le nom entier de chaque mois ne pourra pas ſe mettre en certains endroits, on le mettra en abrégé; mais il convient toujours que la premiere lettre ſoit poſée aux endroits que nous venons d'indiquer: nous avons marqué ſur la figure 64, tout ce dont nous venons de parler; ſçavoir, les paralleles des ſignes par des lignes ponctuées, avec tous les chiffres qui déſignent leurs dégrés; les caracteres des ſignes; les cinquiemes des équations convenables ſur chaque ligne ponctuée. Mais la Méridienne finie, tout cela devient inutile; il faut l'effacer, & ne laiſſer que les lignes horaires des quarts, la Méridienne du temps moyen & celle du temps vrai, avec les noms des mois.

Pl. 25. Fig. 64.

389. A l'égard de la Méridienne verticale du temps moyen, comme elle eſt au rebours de l'horiſontale, & que d'ailleurs le plan eſt preſque toujours déclinant, il convient d'expliquer pluſieurs pratiques qui lui ſont particulieres.

Il faudra, comme à la Méridienne horiſontale du temps moyen, tracer les deux lignes hor. d'un quart d'heure avant & après Midi, comme il a été expliqué art. 366 & 367. Après quoi, on marquera ſur la Méridienne du temps vrai les points des paralleles des ſignes du Zodiaque, dans un ordre différent de celui de la Méridienne horiſontale. PM ſera la longueur entiere de la Méridienne verticale. PS ſera la hauteur du ſtyle; on tirera la ligne SB, qui faſſe avec PS un angle BSP égal au complément de la hauteur du pôle ſur l'horiſon du lieu. Le point B marqué ſur la Méridienne, ſera celui du Bélier & de la Balance. On marquera ainſi tous les autres ſignes avec leurs dégrés de trois en trois, dans l'ordre ſuivant. Au plus haut de la Méridienne vers le pied du ſtyle, on marquera le point du ſigne du Capricorne; enſuite en deſcendant le Verſeau & le Sagittaire, les

Pl. 26. Fig. 65.

Poiſſons & le Scorpion, le Bélier & la Balance, le Taureau & la Vierge, les Gémeaux & le Lion, & enfin l'Ecreviſſe qui ſe trouvera au bout inférieur. Quoique cet ordre des ſignes ſoit différent de celui qui eſt dans la Table de la pag. 246, la déclinaiſon du Soleil eſt pourtant la même à chaque dégré de ſigne. C'eſt comme ſi dans cette Table on mettoit le Capricorne au lieu du Cancer, le Verſeau & le Sagittaire au lieu des Gémeaux & du Lion, &c. tout le reſte demeureroit le même ; par conſéquent, on ſe ſervira également de cette Table.

390. Mais on fera mieux de chercher par le calcul les points des paralleles des ſignes ſur la Méridienne. En ſuppoſant que l'on a tiré l'horiſontale HR, & que le point d'interſection de cette ligne avec la Méridienne ſoit nommé L, on meſurera la diſtance de ce point L juſqu'au ſommet du ſtyle, ou centre du trou de la plaque avec l'échelle des parties égales. Obſervez que cette meſure du point L au ſommet du ſtyle, n'eſt point ce que l'on appelle la hauteur du ſtyle ; car nous ſuppoſons que le plan étant déclinant, le pied du ſtyle eſt différent du point L : or la hauteur du ſtyle eſt la meſure de ſon pied P juſqu'à ſon ſommet ; au lieu qu'ici, c'eſt la diſtance du point L au ſommet du ſtyle, & non du point P pied du ſtyle ; cette meſure étant écrite à part, on fera l'analogie ſuivante : *Pl. 26. Fig. 66.*

Le ſinus total
eſt à la tangente de la hauteur Méridienne du Soleil,
comme la diſtance du point L *au ſommet du ſtyle*
eſt à la diſtance du point L *ſur la Méridienne juſqu'au point du ſigne dont il s'agit.*

Pl. 26. Fig. 66. Exemple. Suppoſons pour le ſecond terme de cette analogie, qu'il ſoit queſtion de marquer ſur la Méridienne le point du 18^e^ dégré du ſigne du Scorpion. Il faut d'abord chercher la hauteur Méridienne du Soleil, lorſqu'il eſt à ce dégré. Je remarque dans la Table de la p. 252, que la déclinaiſon du Soleil eſt méridionale, & de 17° 13′ qu'il faut ſouſtraire du complément de l'élévation du pôle (379), que je ſuppoſe de 45° 10′ : reſtera 27° 57′, qui ſera la hauteur Méridienne du Soleil, lorſqu'il eſt au 18^e^ dégré du Scorpion.

Suppoſons, pour le troiſieme terme de l'analogie, que la diſtance du point L au ſommet du ſtyle eſt de 2684 parties de l'échelle des parties égales.

log. tangente de 27° 57′	972476
log. du nombre naturel 2684	342878
Somme & reſte . . .	1315354

qui eſt le logarithme du nombre 1424 parties de l'échelle : c'eſt donc la diſtance du point L ſur la Méridienne au point du 18^e^ dégré du Scorpion.

Autre exemple. On veut marquer ſur la Méridienne le 30^e^ dégré des Gémeaux, qui eſt auſſi le premier de l'Ecreviſſe. On trouve dans la Table, qui eſt à la page 252, que la déclinaiſon du Soleil eſt pour lors ſeptentrionale, & de 23° 28′, qu'on ajoutera au complément de la hauteur du pôle 45° 10′, cela fait 68° 38′ ; c'eſt la hauteur Méridienne du Soleil, lorſqu'il eſt au premier dégré de l'Ecreviſſe, qui eſt le ſolſtice d'Eté.

log. tangente de 68° 38′	1040757
log. du nombre naturel 2684	342878
Somme & reſte . . .	1383635

qui eſt le logarithme du nombre de 6860 parties de l'échelle des parties égales : c'eſt la diſtance depuis le point L juſqu'au fond de la Méridienne, où ſe

trouve le premier dégré de l'Ecreviſſe ; ainſi des autres. *Pl.* 26. *Fig.* 66.

391. Si le pied du ſtyle ne paroît point, pouvant être embarraſſé, ou couvert par le fer qui ſupporte le ſtyle, en ce cas, on ne peut pas tracer l'horiſontale du plan, qui doit paſſer par le pied du ſtyle ; pour lors il faudra s'y prendre autrement. On trouvera le centre du Cadran (367), lequel étant connu, de même que ſa diſtance juſqu'au centre du trou de la plaque, que l'on meſurera, & que nous appellerons la longueur de l'axe, on fera l'analogie ſuivante :

Le ſinus du complément de la hauteur Méridienne du Soleil
eſt à la longueur de l'axe,
comme le ſinus de l'angle fait par la hauteur Méridienne du Soleil, ajoutée au complément de l'élévation du pôle,
eſt à la diſtance du centre du Cadran juſqu'au point du ſigne dont il s'agit ſur la Méridienne.

Le premier & le ſecond terme de cette analogie ſont faciles à trouver. On aura le troiſieme, en ajoutant le complément de l'élévation du pôle à la hauteur Méridienne du Soleil. Si la ſomme paſſe 90°, on l'ôtera de 180° ; le reſte ſera le troiſieme terme.

Exemple. Suppoſons qu'il ſoit queſtion de marquer ſur la Méridienne le point du 21^e^ dégré du Bélier : la déclinaiſon du Soleil eſt pour lors ſeptentrionale, & de 8° 12′, qu'il faut ajouter au complément de l'élévation du pôle 45° 10′ ; ce ſera 53° 22′ pour la hauteur Méridienne du Soleil, dont il faut prendre le complément, qui eſt 36° 38′ ; ce qui fera le premier terme de l'analogie. Pour le troiſieme

Pl. 26. Fig. 66. terme, il ne faut qu'ajouter le complément de l'élévation du pôle, qui eſt 45° 10′ à la hauteur Méridienne du Soleil 53° 22′ ; ce qui fera 98° 32′, dont il faut prendre le ſupplément, c'eſt-à-dire, le ſouſtraire de 180°, parce qu'il ſurpaſſe 90° : reſtera 81° 28′, qui ſera le troiſieme terme de l'analogie. Nous ſuppoſerons, pour le ſecond terme, que la longueur de l'axe eſt de 2965 parties de l'échelle des parties égales.

log. du nombre 2965, long. de l'axe .	347202
log. ſinus de 81° 28′	999517
Somme . . .	1346719
dont il faut ſouſtraire le log. ſinus de 36° 38′	977575
Reſte . . .	369144

qui eſt le logarithme du nombre 4914 parties, qui ſera la diſtance depuis le centre du Cadran ſur la Méridienne juſqu'au point du 21^e^ dégré du Bélier.

392. Tous les points des dégrés des paralleles des ſignes étant marqués ſur la Méridienne, on tirera des perpendiculaires qui paſſeront ſur chaque point, & qui ſe termineront aux deux lignes horaires de Midi un quart, & de 11 heures 3 quarts (380).

393. Lorſque le plan vertical, ſur lequel on doit tracer la Méridienne du temps moyen, eſt conſiderablement déclinant, ou que la hauteur du ſtyle eſt fort grande, il eſt à propos, pour une plus grande exactitude, de décrire des arcs de ſignes, au lieu de lignes droites perpendiculaires, dont nous avons parlé juſqu'à préſent. Il ſuffira pourtant de décrire des arcs de ſignes aux environs du Tropique du Capricorne ; parce que dans ces endroits la courbe de la Méridienne du temps moyen eſt aſſez écartée de la Méridienne du temps vrai, les équations étant conſiderables ; au lieu qu'elles ſont petites pour les

paralleles voiſins du Tropique du Cancer. Pour cela, on commencera de trouver & de marquer les points des ſignes ſur la Méridienne du temps vrai, à l'ordinaire; enſuite il s'agit de trouver ſur les deux lignes horaires de 11 heures 3 quarts, & de Midi un quart, un point pour le dégré de chaque ſigne, qui ſe trouvera plus haut que le point correſpondant du même dégré du ſigne, marqué ſur la Méridienne du temps vrai. Ainſi après avoir trouvé les trois angles fondamentaux, & avoir tracé les deux lignes horaires d'un quart d'heure avant Midi, & d'un quart d'heure après Midi, il faudra chercher l'angle que fait l'axe avec chacune de ces deux lignes horaires; ce que l'on trouvera par l'analogie ſuivante: *Pl. 26. Fig. 66.*

Le ſinus total
eſt au ſinus du complément de la différence ou de la ſomme entre la diſtance du Soleil au Méridien, & la différence des longitudes,
comme la tangente du complément de la hauteur du pôle ſur le plan, ou de la hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire,
eſt à la tangente du complément de l'angle formé entre l'axe & la ligne horaire dont il s'agit.

Suppoſons que le plan ſur lequel eſt la Méridienne ſoit déclinant vers l'Occident de 42° 36′, à la latitude de 44° 50′; les trois angles fondamentaux ſeront tels: celui entre la Méridienne & la ſouſtylaire ſera de 34° 15′; celui de la hauteur du pôle ſur le plan, de 31° 28′; & la différence des longitudes, de 52° 31′. L'angle horaire entre 11 heures 3 quarts & la Méridienne ſera de 3° 46′, & celui qui eſt

Pl. 26. Fig. 66. compris entre la Méridienne & Midi un quart ſera de 3° 28′; puiſque la déclinaiſon du plan eſt ſuppoſée occidentale, la ſouſtylaire ſe trouvera du côté de l'Orient de la Méridienne, & par conſéquent la ligne horaire de Midi un quart ſera auſſi du côté de la ſouſtylaire; mais la ligne horaire de 11 heures 3 quarts ſera du côté oppoſé à la ſouſtylaire, ou au côté occidental du Cadran. Maintenant, pour avoir le ſecond terme de l'analogie, il faudra ſouſtraire la diſtance du Soleil au Méridien pour Midi un quart, qui eſt 3° 45′, de la différence des longitudes, qui eſt 52° 31′: reſtera 48° 46′, dont le complément eſt 41° 14′; & voilà le ſecond terme de l'analogie. Pour le troiſieme, nous avons déjà trouvé la hauteur du pôle ſur le plan, qui eſt 31° 28′, dont le complément eſt 58° 32′; & voilà le troiſieme terme de l'analogie.

log. ſinus de 41° 14′ 981897
log. tangente de 58° 32′ 1021325

Somme & reſte . . . 1003222

qui eſt le log. tangente de 47° 7′, dont le complément eſt 42° 53′; c'eſt l'angle formé entre l'axe & la ligne horaire de Midi un quart, & le quatrieme terme cherché.

Pour avoir l'angle entre la ligne horaire de 11 heures 3 quarts & l'axe, il faut ajouter la diſtance du Soleil au Méridien 3° 45′, avec la différence des longitudes 52° 31′; ce qui fera 56° 16′, dont le complément eſt 33° 44′; ce ſera le ſecond terme de l'analogie. Le troiſieme eſt le même.

log. ſinus de 33° 44′ 974455
log. tangente de 58° 32′ 1021325

Somme & reſte . . . 1995780

qui eſt le log. tangente de 42° 13′, dont le complément 47° 47′ eſt l'angle compris entre l'axe & la

ligne horaire de 11 heures 3 quarts, qui eſt le quatrieme terme cherché. *Pl. 26. Fig. 66.*

394. Après avoir trouvé les angles entre l'axe & les lignes horaires de Midi un quart, & de 11 heures 3 quarts, qui ſeront toujours les mêmes ſur ces lignes horaires pour tous les dégrés de chaque ſigne, on cherchera la diſtance ſur la ligne horaire depuis le centre du Cadran juſqu'au point du dégré du ſigne dont il s'agit; ce qui ſe fera par l'analogie ſuivante :

Le ſinus de l'angle CFS
eſt à la longueur de l'axe CS,
comme le ſinus de l'angle CSF
eſt au côté CF,

qui eſt la diſtance du centre C du Cadran juſqu'au point F du dégré du ſigne dont il s'agit, ſur la ligne horaire. Nous avons mis la lettre F en trois endroits de la Figure, pour en faire voir une égale application.

Pour avoir les termes de cette analogie, on raiſonnera ainſi : l'angle CSF eſt droit, quand le Soleil eſt à l'Equateur. Lorſque la déclinaiſon du Soleil ſera ſeptentrionale, l'angle CSF ſurpaſſera l'angle droit, ou de 90°, d'une quantité égale à la déclinaiſon du Soleil; & quand la déclinaiſon du Soleil ſera méridionale, l'angle CSF ſera moindre qu'un angle droit, d'une quantité égale à la déclinaiſon du Soleil; ainſi on aura l'angle CSF, en ajoutant la déclinaiſon du Soleil à 90°, ſi elle eſt ſeptentrionale, ou en la retranchant de 90°, ſi elle eſt méridionale; ce ſera le troiſieme terme. Quand on aura l'angle CSF, on y ajoutera l'angle compris entre l'axe & la ligne horaire propoſée, déjà trouvé par l'analogie de l'article précédent. Si la ſomme paſſe 90°, on prendra ſon ſupplément; le reſte donnera le premier terme. Le

Pl. 26. Fig. 66. ſecond terme eſt connu, puiſque c'eſt la longueur de l'axe que l'on doit avoir meſuré. Le troiſieme terme eſt l'angle CSF, dont nous venons de parler.

Suppoſons donc que l'on veuille tracer l'arc de ſigne du ſixieme dégré du Capricorne. La déclinaiſon du Soleil eſt pour lors de 23° 20′, & méridionale; puiſque la déclinaiſon du Soleil eſt pour lors méridionale, on la retranchera de 90° : reſtera 66° 40′, qui ſera le troiſieme terme de l'analogie; & pour avoir le premier terme, on ajoutera à ces 66° 40′, l'angle compris entre l'axe & la ligne horaire, par exemple, de Midi un quart, que nous avons déjà trouvé de 42° 53′; ce qui fait 109° 33′, qu'il faut ſouſtraire de 180° pour en avoir le ſupplément : reſtera 70° 27′, qui ſera le premier terme de l'analogie; le ſecond terme eſt, comme nous l'avons dit, la longueur de l'axe, que nous ſuppoſons avoir 2965 parties de l'échelle des parties égales dont on ſe ſert. Le troiſieme terme eſt dans l'exemple préſent de 66° 40′, comme nous venons de le voir.

log. du nombre 3965, long. de l'axe .	359824
log. ſinus de 66° 40′	996294
Somme . . .	1356118
dont il faut ſouſtraire le log. ſinus de 70° 27′, premier terme	997421
Reſte . . .	358697

qui eſt le logarithme du nombre 3863 parties de l'échelle des parties égales : c'eſt la diſtance depuis le centre du Cadran juſqu'au point du ſixieme dégré du Capricorne, ſur la ligne horaire de Midi un quart.

Pour trouver le point du même dégré du Capricorne ſur la ligne horaire de 11 heures 3 quarts, il ne faut changer que le premier terme de l'analogie, le ſecond & le troiſieme terme reſtant les mêmes.

Pour avoir donc le premier terme de l'analogie, il faut ajouter aux 60° 40′, qui font le troiſieme terme, l'angle compris entre l'axe & la ligne horaire de 11 heures 3 quarts, que nous avons trouvé de 47° 47′; ce qui fera 114° 27′, qui ôtés de 180°, parce qu'ils paſſent 90°, reſtera 65° 33′, & voilà le premier terme. *Pl. 26. Fig. 66.*

log. du nombre 3965, long. de l'axe .	359824
log. ſinus de 66° 40′	996294
Somme . . .	1356118
dont il faut ſouſtraire le log. ſinus de 65° 33′, premier terme	995920
Reſte . . .	360198

qui eſt le logarithme du nombre 3999 parties de l'échelle des parties égales; c'eſt la diſtance ſur la ligne horaire de 11 heures 3 quarts, depuis le centre du Cadran juſqu'au point du ſixième dégré du Capricorne.

395. On peut auſſi par la même analogie trouver les points des arcs de ſignes ſur la Méridienne. Il ne ſera pas inutile de le faire voir ſur ce même exemple, dont le ſecond & le troiſieme terme étant les mêmes, nous ne les répéterons pas. Nous ne prendrons que leur ſomme de laquelle il faut ſouſtraire le premier terme qu'il faut changer; pour cela, on ajoutera aux 66° 40′, qui font le troiſieme terme, l'angle compris entre l'axe & la ligne horaire de Midi ou la Méridienne, lequel eſt toujours égal au complément de l'élévation du pôle 45° 10′; cela fera 111° 50′, dont le ſupplément 68° 10′ fait le premier terme.

La même ſomme de l'article précédent .	1356118
de laquelle il faut ſouſtraire le log. ſinus de 68° 10′, premier terme	996767
Reſte . . .	359351

Pl. 26. Fig. 66. qui eſt le logarithme du nombre 3922 parties de l'échelle dont on ſe ſert ; c'eſt la diſtance ſur la ligne de Midi, depuis le centre du Cadran juſqu'au point du ſixieme dégré du Capricorne.

396. On pourra remarquer que ſi l'on fait paſſer une ligne ſur les trois points déſignés par les trois nombres 3999 ſur la ligne horaire de 11 heures ¾ quarts, 3922 ſur la ligne de Midi, & 3863 ſur celle de Midi un quart, cette ligne ſera néceſſairement courbe, & fera juſtement l'arc de ſigne qu'il falloit décrire. Nous dirons auſſi par occaſion, que ſi abſolument on vouloit décrire ſur un Cadran les arcs de ſignes ſur toutes les lignes horaires, on pourroit le faire par la même voye, en cherchant l'angle que fait l'axe avec chaque ligne horaire, marquant un point ſur chacune pour chaque ſigne, & enſuite menant une ligne qui paſsât ſur ces points. Mais on n'eſt preſque plus dans ce goût aujourd'hui : on s'eſt enfin apperçu que ce n'eſt d'aucun uſage ni d'aucune utilité.

397. Si la Méridienne eſt fort grande, ou que le plan ſoit beaucoup déclinant, comme dans l'exemple préſent, on pourra, pour une plus grande préciſion, décrire les courbes des arcs de ſignes ſur tous leurs paralleles ; c'eſt pourquoi nous donnerons encore quelques exemples, qui ſerviront à éclaircir davantage cette matiere, non ſeulement par rapport à la Méridienne, mais encore en faveur de ceux qui abſolument ſeroient curieux de tracer les ſignes du Zodiaque ſur les Cadrans.

Si l'on veut trouver ſur la Méridienne le dernier dégré des Poiſſons, ou, ce qui revient au même, le premier dégré du Bélier & le dernier de la Balance, on dira : le Soleil ſe trouve pour lors à l'Equateur, & n'a point de déclinaiſon ; par conſéquent, l'angle CSF eſt droit ou de 90° ; & c'eſt le troiſieme terme de l'analogie. Le premier terme ſera la hau-

teur du pôle; puiſque c'eſt l'angle CMS, qui eſt le complément de l'angle MCS, égal au complément de l'élévation du pôle 45° 10′. *Pl. 26. Fig. 66.*

log. du nombre 3965, long. de l'axe . 359824
log. ſinus de 90° ou ſinus total 1000000

Somme . . . 1359824
de laquelle il faut ſouſtraire le log. ſinus de 44° 50′ 984822

Reſte . . . 375002

qui eſt le logarithme du nombre 5624 parties de l'échelle des parties égales; c'eſt la diſtance depuis le centre du Cadran juſqu'au point de l'Equateur, ſur la ligne de Midi.

Pour avoir le point de l'Equateur ſur la ligne horaire de Midi un quart, il ne faut que changer le premier terme. On ajoutera à 90° l'angle compris entre l'axe & la ligne horaire de Midi un quart, qui eſt 42° 53′; ce qui fera 132° 53′, qu'il faut ſouſtraire de 180°: reſtera 47° 7′, & c'eſt le premier terme. Les autres étant les mêmes, nous ne prendrons que leur ſomme 1359824
de laquelle il faut ſouſtraire le log. ſinus de 47° 7′ 986495

Reſte . . . 373329

qui eſt le logarithme 5411 parties de l'échelle des parties égales, & la diſtance depuis le centre du Cadran juſqu'au point de l'Equateur, ſur la ligne horaire de Midi un quart.

Pour avoir le point de l'Equateur ſur la ligne horaire de 11 heures 3 quarts, il ſuffira de changer le premier terme. Il faut ajouter à 90° l'angle compris entre l'axe & la ligne horaire de 11 heures 3 quarts, qui eſt 47° 47′; ce qui fera 137° 47′, dont le ſupplément 42° 13′ ſera le premier terme.

Pl. 26. Même ſomme 1359824
Fig. 66. dont il faut ſouſtraire le log. ſinus de 42° 13′ 982733

Reſte . . . 377091

qui eſt le logarithme du nombre 5901 parties; c'eſt la diſtance depuis le centre du Cadran juſqu'au point de l'Equateur, ſur la ligne horaire de 11 heures ¾ quarts.

398. Pour avoir ſur la Méridienne le dernier dégré des Gémeaux, qui eſt auſſi le premier du Cancer & le jour du ſolſtice d'Eté, la déclinaiſon du Soleil étant pour lors ſeptentrionale, & de 23° 28′, il faudra ajouter à 90° ces 23° 28; ce qui fera 113° 28′, auxquels on ajoutera l'angle entre l'axe & la ligne de Midi, qui eſt toujours égal au complément de l'élévation du pôle, ici de 45° 10′; cela fera 158° 38′, dont le ſupplément 21° 22′ ſera le premier terme de l'analogie. Nous avons déjà le troiſieme, en prenant le ſupplément de 113° 28′, qui eſt 66° 32′.

log. du nombre 3965, long. de l'axe . 359824
log. ſinus de 66° 32′ 996251

Somme . . . 1356075

dont il faut ſouſtraire le log. ſinus de 21° 22′ 956150

Reſte . . . 399925

qui eſt le logarithme du nombre 9983 parties; c'eſt la diſtance depuis le centre du Cadran juſqu'au point du premier dégré du Cancer, ſur la Méridienne.

Pour avoir le point du ſolſtice d'Eté, ou premier dégré du Cancer ſur la ligne horaire de Midi un quart, il faudra ajouter à 113° 28′ l'angle compris entre l'axe & la ligne horaire de Midi un quart, qui eſt 42° 53′; cela fera 156° 21′ dont le ſupplé-

ment 23° 39′ ſera le premier terme. Les autres ſont les mêmes.

Même ſomme 1356075
de laquelle il faut ſouſtraire le log. ſinus
de 23° 39′ 960331

Reſte . . . 395744

qui eſt le logarithme du nombre 9067 parties; c'eſt la diſtance depuis le centre du Cadran juſqu'au point du ſolſtice d'Eté, ſur la ligne horaire de Midi un quart.

Pour avoir le point du ſolſtice d'Eté ſur la ligne horaire de 11 heures 3 quarts, il faudra ajouter à 113° 28′ l'angle entre l'axe & la ligne horaire de 11 heures 3 quarts, qui eſt 47° 47′; cela fera 161° 15′, dont le ſupplément 18° 45′ ſera le premier terme. Les autres ſont les mêmes.

Même ſomme 1356075
de laquelle il faut ſouſtraire le log. ſinus
de 18° 45′ 950710

Reſte . . . 405365

qui eſt le logarithme du nombre 11315 parties de l'échelle des parties égales; & c'eſt la diſtance depuis le centre du Cadran juſqu'au point du ſolſtice d'Eté, ſur la ligne horaire de 11 heures 3 quarts.

399. Ayant donc montré dans les dix articles précédens, comment il faut trouver les points des paralleles des ſignes ſur la Méridienne, & ſur les deux lignes horaires d'un quart d'heure avant & après Midi, pour décrire les arcs de ſignes, s'il eſt beſoin, il reſte à expliquer dans quel ordre il faut placer ces ſignes. On commencera, ſi l'on veut, par le Bélier, que l'on poſera à la gauche ou à l'Occident de la Méridienne, & ſes dégrés 3, 6, 9, 12, &c. en deſcendant; enſuite viendra le Taureau du même côté & en deſcendant; enſuite les Gémeaux, dont *Pl. 26. Fig. 66. & Pl. 27. Fig. 67.*

Pl. 27. Fig. 67. le dernier dégré ſe trouvera tout-à-fait au fond de la Méridienne, de même que le premier dégré du Cancer; & la ſuite du Cancer, ſçavoir, 3, 6, 9, 12, 15, &c. ira en montant, & de l'autre côté de la Méridienne, qui eſt le côté oriental. Après le Cancer viendra toujours en montant & du côté oriental le Lion, & enſuite la Vierge; & après la Vierge, la Balance, toujours du même côté oriental & en montant; enſuite le Scorpion, le Sagittaire, dont le dernier dégré ſe trouvera tout-à-fait au bout ſupérieur de la Méridienne, de même que le premier dégré du Capricorne, dont la ſuite ira en deſcendant du côté occidental; enſuite le Verſeau, & enfin les Poiſſons, dont le dernier dégré eſt auſſi le premier du Bélier.

400. Après avoir marqué ſur la Méridienne toutes les perpendiculaires ou arcs qui repréſentent le lieu de chaque ſigne de trois en trois dégrés, on marquera auſſi ſur ces mêmes perpendiculaires ou arcs de ſignes, les points qui terminent chaque équation convenable à ces dégrés, comme nous avons dit pour la Méridienne horiſontale, & voici dans quel ordre.

401. On commencera du côté occidental de la Méridienne : on poſera le point d'équation 80 ſur le troiſieme dégré du Bélier; $68\frac{1}{2}$ ſur le 6^e; ainſi de ſuite en deſcendant juſqu'au 24^e dégré incluſivement, où l'on poſera le point d'équation 4. Enſuite ſur le 27^e dégré, on poſera le point d'équation 5 du côté oriental de la Méridienne, & on continuera du même côté tout le ſigne du Taureau, & une partie des Gémeaux juſqu'au 24^e dégré de ce ſigne incluſivement; & ſur le 27^e dégré ſuivant, on poſera le point d'équation 6 du côté occidental, & enſuite 14, qui ſe trouvera ſur le dernier dégré des Gémeaux & ſur le premier du Cancer, au bout inférieur de la Méridienne. Enſuite on marquera en montant toujours du côté occidental ſur le 3^e dégré du

du Cancer le point d'équation. On continuera en montant, & du côté occidental, tout ce ſigne du Cancer & tout celui du Lion juſqu'au 6^e^ dégré de la Vierge incluſivement, ſur lequel on poſera le point d'équation 7. Enſuite on paſſera du côté oriental, & on poſera ſur le 9^e^ dégré ſuivant de la Vierge le point d'équation 4. On continuera en montant, & du même côté oriental, tout ce ſigne de la Vierge, tout celui de la Balance, tout celui du Scorpion & celui du Sagittaire, juſqu'au dernier dégré de ce ſigne qui ſe trouvera au bout ſupérieur de la Méridienne, & qui eſt le premier dégré du Capricorne. Au troiſieme dégré du Capricorne, on paſſera du côté occidental de la Méridienne, ſur lequel on poſera le point d'équation 4 en deſcendant. On continuera ainſi en deſcendant, & du côté occidental, tout le ſigne du Capricorne, celui du Verſeau, & enfin celui des Poiſſons, qui ſe trouvera auſſi le premier dégré du Bélier, ſur lequel on poſera le point d'équation 91. Remarquez que nous avons toujours entendu parler de la 4^e^ colomne de la Table de la page 252, qui contient le cinquieme du nombre des ſecondes qui compoſent l'équation. *Pl. 27. Fig. 67.*

402. Tous les points d'équation étant marqués ſur tous les paralleles des ſignes, on les joindra les uns aux autres par une ligne courbe; ce qui ſera la Méridienne du temps moyen, comme nous avons dit de la Méridienne horiſontale.

403. On remarquera que les deux lignes horaires qu'on trace, déſignent des momens éloignés du Midi vrai, ſeulement d'un quart-d'heure, parce que l'équation du Soleil n'eſt que d'environ un quart-d'heure, ſoit en avance, ſoit en retard par rapport au Midi vrai dans le temps qu'elle eſt la plus grande, ſçavoir, vers le 11 Février & le premier Novembre. Le Midi moyen avance ſur le vrai de 14′ 41″ vers le 11 Février, & il retarde de 16′ 11″ vers le premier Novembre.

Pl. 27. Fig. 67. 404. On obſervera encore que quand nous avons dit qu'il falloit concevoir que les perpendiculaires ou arcs qui repréſentent les paralleles des ſignes, étoient diviſés en parties égales pour repréſenter le nombre des ſecondes qui compoſent chaque équation. Cela ſuppoſe que la lumiere du Soleil parcourt ſur le plan des eſpaces ſenſiblement égaux dans des temps égaux ; ce qui arrive à l'égard des plans horiſontaux & des verticaux non déclinans, ou du moins très-peu déclinans. Mais quand les plans ſont conſiderablement déclinans, les eſpaces parcourus en temps égaux ſont ſenſiblement inégaux, comme on peut l'obſerver dans les eſpaces horaires de 11 heures 3 quarts, & de Midi un quart, qui ſont d'autant plus inégaux que la déclinaiſon du plan eſt grande. Il faut pour lors tirer des lignes horaires de cinq en cinq minutes, qui diviſeront en trois parties chaque quart-d'heure ; & on regardera chaque eſpace horaire de cinq minutes, comme diviſé en 300 parties égales. On partagera en trois parties égales chaque cinquieme d'équation, qu'on portera ſur chaque eſpace horaire. Cette précaution devient plus néceſſaire, quand au lieu des perpendiculaires à la Méridienne, on décrit les courbes des arcs de ſignes.

405. Il ne reſte plus pour finir la Méridienne du temps moyen, que de marquer autour les noms des mois de toute l'année, & dans l'ordre ſuivant : on poſera le mois de Mars, en ſorte que ſa premiere lettre ſoit placée entre le 9^{e} & le 12^{e} dégré des Poiſſons, du côté occidental de la Méridienne, & on fera aller l'écriture en deſcendant. Le mois d'Avril commencera entre le 9^{e} & le 12^{e} dégré du Bélier, du côté occidental, & en deſcendant. Le mois de Mai commencera entre le 9^{e} & le 12^{e} dégré du Taureau, en deſcendant & du côté oriental. Le mois de Juin commencera entre le 9^{e} & le 12^{e} dégré des Gémeaux, en deſcendant & du côté oriental. Le mois de Juillet

commencera au 9^e^ dégré du Cancer ou de l'Ecreviſſe, en montant & du côté occidental. Le mois d'Août commencera au 9^e^ dégré du Lion, en montant & du côté occidental. Le mois de Septembre commencera au 9^e^ dégré de la Vierge, du côté oriental, & en montant. Le mois d'Octobre commencera au 9^e^ dégré de la Balance, du côté oriental, & en montant. Le mois de Novembre commencera au 9^e^ dégré du Scorpion, du côté oriental, & en montant. Le mois de Décembre commencera au 9^e^ dégré du Sagittaire, du côté oriental, & en montant. Le mois de Janvier commencera entre le 9^e^ & le 11^e^ dégré du Capricorne, du côté occidental, & en deſcendant.

On obſervera que, quand nous diſons *en montant*, cela veut dire que l'écriture du nom du mois doit aller de bas en haut; & par le mot *en deſcendant*, il faut entendre que l'écriture du nom du mois doit aller de haut en bas. Cette maniere d'écrire les noms des mois déſigne mieux la marche du Soleil, que ſi on les écrivoit horiſontalement: c'eſt ainſi que le tout eſt diſpoſé dans la Figure.

406. Afin que la Méridienne du temps moyen ne préſente rien de confus à la vûe, il ſera bon de peindre ſa courbe, & les noms des mois, en rouge à l'huile, compoſé avec du brun rouge d'Angleterre mêlé avec du cinabre. Les lignes horaires d'un quart-d'heure, & les autres, ſi l'on en a tracées, ſeront de la même longueur que la Méridienne du temps vrai: mais on effacera les perpendiculaires, & même les arcs & les caracteres des ſignes avec les chiffres qui déſignent leurs dégrés. Il n'y aura donc que les noms des mois qui reſteront, avec les lignes horaires & les deux Méridiennes.

407. On fera bien, pour la pratique, de tracer la Méridienne du temps moyen ſur un papier dans toute ſa grandeur. Pour cela on en collera enſemble pluſieurs feuilles du plus grand & du plus fort, que

l'on étendra ſur un parquet, & que l'on arrêtera avec de la cire ou autrement. On tirera au milieu, & ſelon la longueur de ce papier, une ligne droite ſuffiſamment prolongée, qui repréſentera la Méridienne du temps vrai. On choiſira un point hors le papier ſur cette ligne, que l'on regardera comme le centre du Cadran. On tracera au long de cette ligne droite les paralleles des ſignes, comme nous avons dit ailleurs; & après avoir emporté ce grand papier dans ſon cabinet, on finira cette Méridienne. La courbe étant tracée, on la découpera à jour bien proprement avec la pointe d'un canif, en faiſant une fente de la largeur d'une demi-ligne, pour que la pointe d'un crayon puiſſe paſſer à travers. On y laiſſera de diſtance en diſtance de petits eſpaces ſans être découpés, afin que le papier puiſſe ſe ſoutenir. On découpera auſſi un peu le commencement de chaque mois : on fera d'eſpace en eſpace des trous de trois ou quatre lignes en quarré le long de la Méridienne du temps vrai.

Pour appliquer enſuite cette Méridienne du temps moyen dans ſa vraye poſition ſur le plan, on marquera le premier point du bout ſupérieur de la Méridienne du temps moyen ſur le mur; on en marquera un autre vers le milieu, & le dernier du bout inférieur de la Méridienne. On préſentera le papier ſur ſa place, & on vérifiera ſi les trois points marqués ſur le mur ſe rencontrent bien avec les mêmes points marqués ſur le papier; car ordinairement ils ne ſe rencontrent pas juſte, parce que le papier eſt fort ſujet à s'étendre & à ſe raccourcir, ſuivant la temperature de l'air. Si l'on reconnoît que le papier s'eſt raccourci, on l'humectera avec un linge mouillé, en tapant doucement deſſus d'un bout à l'autre, tandis qu'il eſt étendu ſur le plan, & qu'il y eſt attaché dans ſa partie ſupérieure par de petites pointes. Ce papier s'étendra ſur le champ, & peut-être trop;

en ce cas, on attendra qu'il ait un peu ſéché; & lorſqu'on appercevra que les trois points en queſtion ſe rencontrent bien, on arrêtera le papier, au moyen d'un nombre de petites pointes, que l'on plantera tout au long de chaque côté & par les bouts. On obſervera, en faiſant cette opération, que la ligne Méridienne du temps vrai, tracée ſur le papier, ſoit préciſément ſur celle qui eſt tracée ſur le mur; ce que l'on reconnoîtra à travers les trous que l'on aura faits au papier de diſtance en diſtance le long de la Méridienne du temps vrai.

Le papier étant bien arrêté ſur le plan, on paſſera le crayon à travers la découpure de la courbe du temps moyen. On marquera auſſi un petit trait qui déſignera le commencement de chaque mois à travers les trous que l'on aura faits pour cela. Tout étant ainſi marqué ſur le plan, on ôtera le papier, & on fera ſuivre par le Peintre tous les traits en ſa préſence.

408. On peut tracer, ſi l'on veut, une Méridienne du temps moyen ſur un grand Cadran vertical, où toutes les heures & même les minutes de cinq en cinq ſeroient décrites à l'ordinaire. Pour que cette Méridienne ſoit aſſez ſenſible, il convient de lui donner au moins ſix ou ſept pieds de longueur, ou même davantage, ſi le Cadran eſt élevé & vû de loin. Au moyen des regles que nous avons données, on trouvera l'endroit de l'axe où il faudra placer la plaque percée, que l'on attachera avec des vis ou des rivures ſur un anneau plat vers le milieu de l'axe, ou même plus loin du centre du Cadran, ſelon la longueur que l'on pourra donner à la Méridienne; car plus on éloignera la plaque percée du centre du Cadran, plus de longueur il faudra donner à la Méridienne. Cet anneau plat ſera d'une même piece avec l'axe; il doit être fort & de la même épaiſſeur, afin que l'axe ne puiſſe point fléchir en cet endroit.

On obſervera de ne mettre aucun ſupport qui puiſſe empêcher le point de lumiere de marquer ſur la partie ſupérieure de la Méridienne au ſolſtice d'Hyver, lorſque l'ombre eſt la plus haute. On en poſera cependant le plus près que l'on pourra du trou de la plaque, & de l'extrémité ſupérieure de la courbe du temps moyen, afin que l'axe ſoit plus ſolide. A quoi l'on réuſſira mieux, ſi on met le dernier ſupport, c'eſt-à-dire, le plus bas, ſur deux pieds écartés l'un de l'autre, en maniere de fourche ou d'un λ renverſé, auquel on pourra donner une figure plus élégante, en l'ornant par des enroulemens & autres décorations, ſelon le génie de l'ouvrier. Il ne faut pas manquer de placer le trou de la plaque au centre de la groſſeur de l'axe; à cet effet, on emboutira ſuffiſamment le milieu de la plaque. Si l'on ne diſpoſoit ainſi le trou de la plaque, le point de lumiere marqueroit faux, & ne ſe rencontreroit point avec l'ombre de l'axe. Le point de lumiere qui n'eſt deſtiné qu'à marquer le Midi du temps moyen & du temps vrai, indiquera néanmoins les heures comme l'ombre de l'axe: celle-ci marquera également le Midi du temps vrai, comme le point de lumiere. Un Cadran dans ce goût doit être grand autant qu'il ſera poſſible.

CHAPITRE X.

Cadrans portatifs.

LE Cadran portatif eſt celui que l'on peut porter ſur ſoi, & au moyen duquel on peut connoître l'heure au Soleil par-tout où l'on ſe trouve. On en fait de toutes ſortes de façons, chacun en invente ſelon ſon génie. On peut réduire ce grand nombre

à trois eſpeces : dans la premiere, nous mettrons ceux qui ſont horiſontaux ou équinoxiaux, & que l'on oriente au moyen d'une bouſſole qui y eſt conſtruite ; dans la ſeconde, nous comprendrons ceux qui montrent l'heure par la hauteur du Soleil, & ceux-là ſont ordinairement verticaux ; dans la troiſieme, nous mettrons le Cadran analemmatique, qui n'eſt point à bouſſole, & qui ne montre pas l'heure par la hauteur du Soleil. Parmi ces Cadrans portatifs, il y en a qui ſont univerſels, & d'autres qui ſe tracent pour une latitude particuliere. Notre intention n'eſt pas de traiter de tous les Cadrans portatifs que l'on fait, ni que l'on peut faire, mais ſeulement de ceux qui nous ont paru les meilleurs. En faiſant leur deſcription, nous dirons ce que nous en penſons. Nous diviſerons ce Chapitre en trois Sections : dans la premiere, nous parlerons des Cadrans portatifs à bouſſole ; dans la ſeconde, de ceux qui marquent l'heure par la hauteur du Soleil ; & dans la troiſieme, nous ferons la deſcription du Cadran analemmatique.

SECTION PREMIERE.

Cadrans portatifs à bouſſole.

409. ON en fait de beaucoup de ſortes ; celui qui eſt le plus répandu dans le Public ſous le nom ordinaire de *Butterfield*, ne peut être mis dans la claſſe des bons Cadrans portatifs. Il a des défauts conſiderables. Sa bouſſole eſt trop petite pour être ſuſceptible de quelque préciſion : on n'y met point d'aiguille de déclinaiſon, qui eſt ſi néceſſaire pour ſuivre la variation de l'aiman ; quand même on y en mettroit une, les diviſions du cercle qu'il fau-

droit tracer dans le fond de la bouſſole, ne ſeroient pas aſſez ſenſibles, à cauſe de ſon trop petit diametre. Les trois ou quatre Cadrans qui ſont tracés ſur ſon plan horiſontal pour différentes latitudes, rendent cette ſurface confuſe, en ſorte qu'on a peine à diſtinguer l'heure. Il arrive ſouvent qu'on ſe ſert de ce Cadran dans des lieux, dont la latitude eſt différente de celle des trois ou quatre Cadrans gravés ſur ſon plan. L'axe eſt ſi épais, que l'on ne voit l'heure à Midi ou vers le Midi que bien imparfaitement. On ne manque pas ordinairement d'élever l'axe à la hauteur du pôle du lieu où l'on ſe trouve, ſans s'embarraſſer ſi des trois ou quatre Cadrans il y en a un qui ſoit décrit ſelon cette même hauteur du pôle. On peut donc être convaincu que le *Butterfield* eſt un mauvais Cadran, & qu'il ne faut pas compter d'y voir l'heure que très-imparfaitement. Il y en a quantité d'autres qui ont également une fort petite bouſſole, & toujours ſans aiguille de déclinaiſon. On en fait auſſi dont le Cadran eſt mobile ſur un pivot, & qui s'orientent d'eux-mêmes par la vertu magnétique. Tous ceux-là ne peuvent être comptés parmi les bons Cadrans portatifs à bouſſole; la déclinaiſon de l'aiman ne pouvant point ſe changer, & la bouſſole étant trop petite.

410. En fait de Cadrans à bouſſole, celui dont nous allons donner la deſcription eſt peut-être le ſeul bon. C'eſt feu M. Langlois, Ingénieur du Roi pour les inſtrumens de Mathématiques, qui l'a perfectionné. La Figure le repréſente dans toute ſa grandeur ordinaire.

Pl. 28. *Fig.* 68. On y voit premierement une bouſſole, dont le fond GF eſt diviſé en 360 dégrés. On y apperçoit l'aiguille de déclinaiſon D poſée au travers du diametre, & appliquée ſur le fond de la bouſſole. Cette aiguille peut tourner ſur ſon centre, étant attachée à frottement dur comme la tête d'un compas. Au

deſſus de cette aiguille de déclinaiſon, & ſur le fond de la bouſſole, eſt poſée une languette mobile L, qui ſe leve & ſe baiſſe par le moyen d'un bouton à vis B, poſé à l'extérieur de la bouſſole. Cette languette ſert à relever & à arrêter l'aiguille aimantée G, lorſqu'on ne ſe ſert point du Cadran. Le pivot qui ſoutient l'aiguille aimantée ſeroit bientôt émouſſé ſans l'opération de cette languette, qui empêche que la *chapelle* de l'aiguille aimantée ne batte ſur le pivot, lorſqu'on tranſporte le Cadran. On a gravé dans le fond de la bouſſole une roſette des huit principaux vents. L'aiguille aimantée G va en pointe de chaque bout, & a la même forme & la même meſure que l'aiguille de déclinaiſon. La moitié de cette aiguille aimantée eſt bleue; c'eſt le côté qui ſe dirige vers le Nord, & l'autre moitié G eſt blanche, & c'eſt le côté qui ſe dirige vers le Sud ou le Midi.

Cette bouſſole eſt ſurmontée par une plaque octogone HH qui repréſente l'horiſon, & qui a une aſſez grande ouverture pour laiſſer voir toute la bouſſole entierement à découvert. On met un verre pour garantir l'aiguille aimantée, lequel eſt engagé & arrêté entre le deſſus de la bouſſole & la plaque octogone, qui eſt elle-même arrêtée contre la bouſſole par trois vis poſées en deſſous.

Au deſſus de la plaque octogone & ſur le bord deſtiné à être le côté du Nord, eſt poſée par des vis une charniere C pour tenir le cercle Equinoxial EE, qui peut s'élever & ſe baiſſer par ſon moyen: on a retranché une partie de ce cercle, parce qu'elle ſeroit non ſeulement inutile, mais parce qu'elle empêcheroit en certains temps de voir l'heure. C'eſt ſur le plan ſupérieur EE de ce cercle Equinoxial que ſont marquées les heures de même que ſur l'épaiſſeur II du dedans, laquelle eſt aſſez conſiderable pour cela. Ces heures ne ſont autre choſe qu'un Cadran Equinoxial, diviſé en 24 parties égales, dont on a

Pl. 28. *Fig.* 68. retranché les heures de la nuit, comme étant inutiles. Le point horaire de Midi eſt au milieu C, & du côté de la charniere, & les deux points horaires de 6 heures du matin & du ſoir ſont juſtement ſur la ligne diametrale KX du cercle Equinoxial. C'eſt ſur cette ligne diametrale qu'eſt poſé un axe mobile XK, deſtiné à porter dans ſon milieu N le ſtyle NA. Au milieu de cet axe eſt une échancrure NX néceſſaire pour voir l'heure, aux jours Equinoxiaux. Le ſtyle NA tient à vis au milieu de l'axe KX, & il a une petite queue ou talon N aſſez fort, par lequel on le prend, quand on veut le relever & le faire tourner d'un côté ou de l'autre. Comme ce ſtyle eſt auſſi délié qu'une épingle, on riſqueroit de l'endommager ou de le caſſer ſans ce talon.

A un bout de cet axe eſt un quarré Q, dont deux faces étant paralleles, ſelon la longueur du ſtyle, il ſe trouve retenu par un reſſort R attaché au deſſous du cercle Equinoxial. Ce reſſort appuyant contre une des faces du quarré, oblige le ſtyle à ſe tenir toujours ſitué à angles droits par rapport au plan du cercle Equinoxial. Sur le côté occidental de l'horiſon, ou plaque octogone HH, eſt fixé par une vis un quart de cercle M, qui repréſente une portion du Méridien. Il eſt diviſé en 90°, dont le premier dégré commence au bout ſupérieur. On grave dans tout le deſſous & par-tout où l'on peut trouver de la place, le nom des principales villes avec leurs latitudes.

411. Quand on voudra ſe ſervir de ce Cadran, que l'on appelle *Cadran équinoxial à bouſſole*, on élevera le cercle Equinoxial EE, en ſorte qu'il ſe rencontre au dégré de la hauteur du pôle du lieu où l'on ſe trouve; c'eſt ce qu'on fera au moyen de la portion du Méridien M. Ses diviſions étant au rebours, c'eſt-à-dire, les premiers dégrés commençant à ſa partie ſupérieure, le cercle Equinoxial EE ſe trouvera pa-

rallele à l'Equateur, ou au complément de la hauteur du pôle, quoiqu'on ne l'ait mis qu'à l'élévation du pôle. On marque ainſi au rebours les dégrés de ce Méridien pour n'avoir pas l'embarras de chercher le complément de l'élévation du pôle, ce qui pourroit être une difficulté pour ceux qui ne ſont pas verſés en cette matiere. Après qu'on aura mis le cercle Equinoxial à l'élévation convenable, on relevera le ſtyle NA en haut, ſi le Soleil ſe trouve dans les ſignes ſeptentrionaux, c'eſt-à-dire, depuis le mois de Mars juſqu'au mois de Septembre; ou on le tournera en bas, ſi le Soleil ſe trouve dans les ſignes méridionaux, c'eſt-à-dire, depuis le mois de Septembre juſqu'au mois de Mars. *Pl.* 28. *Fig.* 68.

Tout étant ainſi arrangé, on poſera le Cadran auſſi horiſontalement que l'on pourra. On préſentera le côté C de la charniere du cercle Equinoxial vers le Nord; & on tournera ou d'un côté ou de l'autre le Cadran, juſqu'à ce que l'aiguille aimantée G, étant repoſée, ſoit ſituée préciſément ſur l'aiguille de déclinaiſon D. Alors l'ombre du ſtyle NA marquera l'heure ſur le plan du cercle Equinoxial EE, depuis le mois de Mars juſqu'au mois de Septembre; ou bien au dedans II de ce cercle, depuis le mois de Septembre juſqu'au mois de Mars.

412. Quand on voudra retirer le Cadran, on commencera par tourner le ſtyle, en ſorte qu'il ſoit parallele au cercle Equinoxial; enſuite on couchera le cercle Equinoxial ſur la plaque octogone: on couchera auſſi le quart de cercle Méridien ſur l'Equinoxial. On relevera la languette L pour arrêter l'aiguille aimantée G, qui par ce moyen ne touchera plus ſur le pivot, & on mettra le Cadran dans ſon étui.

413. Lorſqu'on fera uſage de ce Cadran, on l'éloignera de tout fer qui pourroit ſe trouver aſſez près, même caché. Plus le fer ſera gros, plus il en

Pl. 28. *Fig.* 68. faudra éloigner le Cadran, ſurtout de celui qui pourroit être aimanté, comme couteaux ou autre choſe. On obſervera encore de ne jamais ſe ſervir du Cadran aux rayons du Soleil qui paſſent à travers une vitre. L'heure que l'on trouveroit ne ſeroit pas la véritable : c'eſt une regle générale.

414. Si l'on s'apperçoit que ce Cadran avance ou retarde ſur quelque bon Cadran fixe que l'on ſçaura être bien fait, cela ne pourra provenir que de ce que la déclinaiſon de l'aiman aura changé. En ce cas, on poſera de niveau le Cadran auprès du grand Cadran, & on fera convenir l'heure avec celle du grand Cadran, ſans avoir aucun égard ni à l'aiguille aimantée, ni à celle de déclinaiſon. On remarquera alors ſur quel dégré de la bouſſole l'aiguille aimantée ſe ſera arrêtée. On démontera la bouſſole, en défaiſant les trois vis qui la tiennent attachée à la plaque octogone, & on tournera doucement l'aiguille de déclinaiſon pour la mettre ſur le dégré, où l'on aura remarqué que l'aiguille aimantée ſe ſera arrêtée ;; enſuite on remontera le tout, & le Cadran ſe trouvera ajuſté comme il faut.

415. Le Cadran Equinoxial ainſi conſtruit eſt très-bien entendu ; il eſt univerſel, & peut ſervir partout. Sa bouſſole eſt d'une grandeur ſuffiſante pour bien faire ſa fonction. Le fond de la bouſſole étant gradué, & y ayant une aiguille de déclinaiſon, on peut changer cette déclinaiſon toutes les fois que l'aiman en change. Ainſi on peut conclure que c'eſt ce qu'il y a de mieux en fait de Cadrans à bouſſole.

416. Comme il arrive qu'avec le temps l'aiguille aimantée perd, ou du moins diminue de ſa vertu magnétique, nous donnerons ici la maniere ordinaire de la lui reſtituer. Ayant un bon aiman, ſoit naturel, ſoit artificiel, on prendra avec les deux doigts de la main droite l'aiguille aimantée par le

bout bleu, & on la frottera ſur le pôle Sud de l'aiman, en commençant du côté par lequel on tient l'aiguille, la faiſant gliſſer ſur l'aiman en tirant vers ſoi; enſuite on retirera l'aiguille, lui faiſant faire un grand détour avec le bras. On lui fera retoucher l'aiman ſept à huit fois, en faiſant un grand détour à chaque fois; ce qui eſt néceſſaire pour faire ſortir l'aiguille du tourbillon magnétique. On ſe gardera bien de la paſſer ſur l'aiman en venant & revenant, on gâteroit tout; mais toujours en tirant vers ſoi, de façon que l'aiman la touche premierement par le bout bleu, & qu'il finiſſe de toucher au bout blanc.

417. Ce Cadran n'a point d'autre défaut que les inconvéniens ordinaires de la bouſſole, qui ſont la variation de la déclinaiſon de l'aiman qui change aſſez ſouvent, & qui n'eſt pas la même dans tous les pays. L'endroit d'ailleurs où l'on poſe le Cadran a quelquefois quelque vertu magnétique, qui détourne l'aiguille aimantée de ſa vraye direction. Il arrive auſſi qu'il y a du fer caché vers l'endroit où l'on poſe le Cadran, &c.

SECTION II.

Cadrans portatifs qui marquent l'heure par la hauteur du Soleil.

418. ON fait diverſes ſortes de ces Cadrans qui marquent l'heure par la hauteur du Soleil. Parmi ce nombre nous en choiſirons trois qui nous ont paru les meilleurs. Le premier eſt le Cylindre portatif; le ſecond ſe trace ſur une plaque toute droite, & le troiſieme eſt l'Anneau aſtronomique. Mais comme pour décrire ces ſortes de Cadrans, du

moins pour les deux premiers, il faut ſçavoir les hauteurs du Soleil à toutes les heures du jour de 10 en 10 dégrés de chaque ſigne, nous commencerons par enſeigner la méthode de trouver ces hauteurs du Soleil; ce qui ne peut ſe faire que par le calcul. On en trouve des Tables toutes faites; mais elles ſont toutes pour la hauteur du pôle de Paris, ou pour le 49^{e} dégré. Cependant comme on peut faire de ces ſortes de Cadrans par-tout ailleurs comme à Paris, il eſt bon que chacun puiſſe calculer lui-même cette Table, pour l'avoir ſelon la hauteur du pôle du pays où il ſe trouve. Ce calcul eſt un peu long & compoſé; mais enfin on peut ſe réſoudre à en prendre la peine, dès qu'il ne ſera queſtion que de faire une ſeule Table, qui pourra ſervir pour une infinité de Cadrans.

419. Pour faire ce calcul il y a pluſieurs analogies, dont voici la premiere:

Le ſinus total
eſt à la tangente du complément de la hauteur du pôle,
comme le ſinus du complément de la diſtance du Soleil au Méridien
eſt à la tangente d'un premier arc que nous appellerons X.

Voici un exemple dans lequel nous ſuppoſerons la hauteur du pôle de 44° 50′. Nous ſuppoſerons encore que nous voulions trouver la hauteur du Soleil à 10 heures du matin, lorſque le Soleil eſt au 20^{e} dégré des Poiſſons. Cela poſé, faiſons l'analogie.

log. tangente du complément de la hauteur du pôle, 45° 10′, 2ᵉ terme. 1000253

log. ſinus de 60°, qui eſt le complément de la diſtance du Soleil au Méridien pour 10 heures du matin, 3ᵉ terme 993753

Somme & reſte . . . 1994006

qui eſt le log. tangente de 41° 4′; c'eſt le premier arc que nous appellerons *X*.

Il faut obſerver que depuis 6 heures du matin juſqu'à 6 heures du ſoir, on ôtera le premier arc *X* de la diſtance du Soleil au pôle; & depuis 6 heures du ſoir juſqu'à 6 heures du matin, on ajoutera le premier arc *X* à la diſtance du Soleil au pôle. Or nous avons dit ailleurs, & nous le répétons encore, que la diſtance du Soleil au pôle eſt égale à la ſomme de 90° & de ſa déclinaiſon, ſi la latitude & la déclinaiſon ſont de différente dénomination: mais ſi la latitude eſt de même dénomination, la diſtance du Soleil au pôle ſera égale à leur différence.

Dans l'exemple préſent, la déclinaiſon du Soleil au 20ᵉ dégré des Poiſſons eſt de 3° 45′, & cette déclinaiſon eſt méridionale: mais la latitude étant ſeptentrionale & la déclinaiſon méridionale, par conſéquent de différente dénomination, pour avoir la diſtance du Soleil au pôle, il faut ajouter à 90° la déclinaiſon du Soleil 3° 45′; ce qui fera 93° 45′, qui ſera la diſtance du Soleil au pôle.

Etant queſtion dans cet exemple de 10 heures du matin, & cette heure-là étant compriſe dans l'intervalle de 6 heures du matin juſqu'à 6 heures du ſoir, il faut donc ôter le premier arc trouvé *X*, qui eſt 41° 4′ de la diſtance du Soleil au pôle 93° 45′: reſtera 52° 41′, qui ſera le ſecond arc que nous appellerons *Y*. Ecrivons ici à part ces deux arcs.

Premier arc trouvé *X*, 41° 4′.

Second arc trouvé *Y*, 52° 41′.

SECONDE ANALOGIE.

Le ſinus du complément du premier arc trouvé X
eſt au ſinus du complément du ſecond arc trouvé Y,
comme le ſinus de la hauteur du pôle
eſt au ſinus de la hauteur du Soleil.

log. ſinus de l'arc *Y* 52° 41′, ſon complément 37° 19′, ſecond terme 978263
log. ſinus de la hauteur du pôle 44° 50′, troiſieme terme 984822

Somme . . . 1963085
dont il faut ôter le log. ſinus de *X* 41° 4′, ſon complément 48° 56′, premier terme, 987734

Reſte . . . 975351

qui eſt le log. ſinus de 34° 32′; c'eſt la hauteur du Soleil cherchée à 10 heures du matin, le jour que le Soleil ſe trouve au 20ᵉ dégré des Poiſſons.

420. Il y a deux cas où il ne faut qu'une ſeule analogie : le premier eſt lorſqu'il ne s'agit que de trouver la hauteur du Soleil pour les 6 heures du matin ou du ſoir ; le ſecond cas eſt lorſque le Soleil eſt à l'Equateur, ou au jour des Equinoxes. Voici l'analogie pour le premier cas, c'eſt-à-dire, pour trouver la hauteur du Soleil aux 6 heures, ſoit du ſoir, ſoit du matin, quelque jour de l'année que ce ſoit.

Le ſinus total
eſt au ſinus de la déclinaiſon du Soleil,
comme le ſinus de la hauteur du pôle
eſt au ſinus de la hauteur du Soleil.

Cette

Cette analogie eſt ſi facile à faire, qu'il n'eſt pas beſoin d'exemple ; elle eſt toute ſimple.

Voici l'analogie pour le ſecond cas, c'eſt-à-dire, pour trouver la hauteur du Soleil pour l'heure propoſée au jour de l'Equinoxe.

Le ſinus total
eſt au ſinus du complément de la hauteur du pôle,
comme le ſinus du complément de la diſtance du Soleil au Méridien
eſt au ſinus de la hauteur du Soleil.

Cette analogie eſt ſi ſimple qu'elle n'a pas beſoin d'explication.

421. On n'a pas beſoin d'aucune analogie pour trouver la hauteur du Soleil à Midi, quelque jour que ce ſoit. Nous en avons donné la regle en pluſieurs endroits de cet Ouvrage, & nous la répéterons ici.

Ajoutez la déclinaiſon du Soleil au complément de la hauteur du pôle : ſi cette déclinaiſon & cette hauteur du pôle ſont de même dénomination, c'eſt-à-dire, ſi elles ſont toutes deux ſeptentrionales, ou toutes deux méridionales, & la ſomme, (ou ſon ſupplément à 180°, ſi cette ſomme excede 90°,) ſera la hauteur Méridienne du Soleil. Mais ſi ſa déclinaiſon & la hauteur du pôle du lieu ſont de différente dénomination, c'eſt-à-dire, ſi l'une eſt ſeptentrionale & l'autre méridionale, la différence entre la déclinaiſon du Soleil & le complément de la hauteur du pôle ſera la vraye hauteur Méridienne du Soleil. Ceci n'a pas beſoin d'explication : mais pour *le jour de l'Equinoxe, la hauteur du Soleil à Midi eſt égale à la hauteur de l'Equateur,* qui eſt le complément de la hauteur du pôle.

422. Nous donnons à la fin de ce Traité pluſieurs Tables des hauteurs du Soleil à toutes les heures,

pour différentes latitudes; en voici l'arrangement. La premiere colomne contient les ſignes avec leurs dégrés de 10 en 10. La dixieme colomne contient également les ſignes avec leurs dégrés de 10 en 10, mais dans un ordre différent. Prenons pour exemple la Table de 49 dégrés de latitude; on veut ſçavoir la hauteur du Soleil à 9 heures du matin au vingtieme dégré du Lion ♌, il faut chercher à la cinquieme colomne vis-à-vis le 20^{e} dégré du Lion, & on trouvera 39° 55′. On veut ſçavoir la hauteur du Soleil à 2 heures après Midi au commencement du Scorpion ♏, il faut chercher à la quatrieme colomne vis-à-vis le commencement du Scorpion, & on trouvera 23° 59′. On veut ſçavoir la hauteur du Soleil à 11 heures du matin au 20^{e} dégré des Poiſſons ♓, on cherchera à la troiſieme colomne vis-à-vis le 20^{e} dégré des Poiſſons, lequel ſe trouve à la dixieme colomne, à la neuvieme ligne en commençant en bas, & on trouvera 35° 27′; ainſi des autres. On remarquera que les ſignes ſont placés de deux en deux l'un vis-à-vis de l'autre.

Pl. 29. Fig. 69. Fig. 69. Fig 70. Fig. 71. 423. Le cylindre portatif BD ſe fait de bois, d'yvoire, ou de quelqu'autre matiere. Son diametre eſt d'environ un pouce, & ſa hauteur d'environ trois pouces. On y ajuſtera un chapiteau CD, qui ait un tenon rond T, Fig. 70, qui entre dans le corps du cylindre BC, Fig. 69, qui y puiſſe tourner à frottement. Sur ce chapiteau, on enchâſſera un ſtyle DE, qui puiſſe ſe plier ou ſe coucher tellement dans le tenon du chapiteau, qu'il y ſoit entierement enchâſſé, Fig. 71, afin que l'on puiſſe remettre le chapiteau dans ſa place, ſans que le ſtyle l'empêche: mais il faut que ce ſtyle ſoit tellement diſpoſé, lorſqu'il eſt en dehors, qu'il ſe tienne exactement à angles droits à l'égard de la ſurface du cylindre.

Pl. 30. Fig. 73. 424. Pour tracer le Cadran ſur le cylindre portatif, décrivez ſur un papier le parallelogramme rec-

tangle ABCD, dont la largeur AB ou CD ſoit à peu près égale, ou un peu moindre que la circonférence du cylindre. Prolongez la ligne AB pour y marquer la longueur du ſtyle AE, qui déterminera la hauteur du cylindre. Du point E comme centre, & pour rayon EA, faites un arc indéfini AF, ſur lequel vous ferez tous les angles de la hauteur du Soleil; & en premier lieu, pour déterminer la hauteur du cylindre, vous ferez l'angle AEF de la plus grande hauteur du Soleil, qui eſt celle de Midi au jour du ſolſtice d'Eté, lorſque le Soleil eſt au commencement du Cancer. On trouvera dans la Table ci-devant citée, que la hauteur du Soleil eſt pour lors de 64° 28′, & ayant tiré & prolongé la ligne EF juſqu'à D, la hauteur du cylindre ſera déterminée.

Mais ſi cette hauteur étoit donnée, il faudroit déterminer la longueur du ſtyle de la maniere ſuivante : du point D, comme centre, décrivez un arc à volonté ſur DA, & par ce moyen vous ferez l'angle ADE égal au complément de la plus grande hauteur du Soleil à Midi de 64° 28′; or le complément de 64° 28′ eſt 25° 32′; c'eſt ainſi que l'on déterminera la longueur du ſtyle, proportionnée à la hauteur du cylindre. Ces angles pourront ſe faire au moyen du compas de proportion, ou par le demi-cercle, comme nous avons dit ailleurs.

425. Il ſera plus aiſé de trouver la longueur du ſtyle par le calcul; pour cela on fera l'analogie ſuivante :

Le ſinus total
eſt à la hauteur du cylindre,
comme la tangente de l'angle complément de la plus grande hauteur du Soleil à Midi
eſt à la longueur du ſtyle.

Pl. 30. *Fig.* 73. On meſurera la hauteur du cylindre avec une échelle des parties égales, & en ſuppoſant que cette hauteur eſt de 200 parties, & l'angle ADE ſuppoſé de 25° 32′, on fera le calcul ſuivant.

log. du nombre 200	230103
log. tangente de 25° 32′	967915
Somme & reſte . . .	1198018

qui eſt le log. de 96 parties; c'eſt la longueur du ſtyle.

426. La longueur du ſtyle déterminée ou d'une façon ou de l'autre, on diviſera l'arc en dégrés & en minutes; & comme ce ſeroit bien difficile à cauſe de ſa petiteſſe, on fera cette diviſion ſur un beaucoup plus grand eſpace ſur un autre plan, même plus étendu que celui qu'on voit dans la Figure 72, *Pl.* 29. Pl. 29, qui n'eſt que pour repréſenter l'opération. *Fig.* 72. On pourra diviſer, ſi l'on veut, l'arc DGF, au moyen d'un demi-cercle, dont on poſera le centre au point E, & ſa ligne diametrale au long de la ligne EA. On tranſportera la longueur du ſtyle déjà trouvée de E en A au point A, ſur lequel on élevera la perpendiculaire AF ſuffiſamment prolongée. De chaque point de diviſion de l'arc DGF, on tirera des lignes au centre E, qui paſſent ſur la perpendiculaire AF. On ne marquera ces lignes que ſur la perpendiculaire AF, n'étant pas néceſſaire de les tracer de toute leur longueur. On appliquera le bout d'une regle au point E, & l'autre bout ſur chaque diviſion. On marquera ainſi ſur la perpendiculaire AF tous les points d'interſection que la regle indiquera; enſuite on écrira ſur tous ces points les nombres 5, 10, 15, 20, 25, &c. correſpondans à ceux de l'arc DGF. La ligne AF ſera une échelle Gnomonique diviſée en dégrés, qui ſerviront à marquer ceux des hauteurs du Soleil.

427. Les choſes étant ainſi préparées, on diviſera

la largeur AB & CD en ſix parties égales pour les 12 ſignes. Par chaque point de diviſion, on tirera des lignes paralleles, qui repréſenteront le commencement des ſignes du Zodiaque. On ſubdiviſera encore chaque eſpace en trois parties égales, afin d'y pouvoir marquer les dégrés des ſignes 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 10 de chaque mois. *Pl.* 30. *Fig.* 73.

428. On marquera ſur ces paralleles les points des heures de la maniere ſuivante. On voit dans le commencement de la Table ci-deſſus mentionnée, à la ſeconde colomne, 64° 28′. On prendra ſur l'échelle Gnomonique de A en F l'eſpace de ces 64° 28′, & on le portera ſur la premiere perpendiculaire de A en D. On reviendra à la même Table, & à la même colomne on trouvera au deſſous de 64° 28′, 64° 6′, dont on prendra la diſtance ſur l'échelle Gnomonique de A vers F, & on la portera ſur la ſeconde parallele, en poſant toujours une pointe du compas ſur la ligne AB; on marquera le ſecond point horaire; enſuite on viendra au troiſieme dégré de la Table, qui eſt 62° 59′, dont on prendra la diſtance ſur l'échelle Gnomonique, poſant une pointe du compas au point A, & on portera cette ouverture ſur la troiſieme parallele. On prendra ainſi de ſuite dans la ſeconde colomne de la Table tous les dégrés des ſignes de 10 en 10, & on les portera ſur chaque parallele convenable, marquant un point ſur chacune. Ayant donc ſuivi & marqué tous les points indiqués dans la ſeconde colomne, on les joindra les uns aux autres par une ligne courbe, ſemblable à celle de la Figure 73 : ce ſera l'heure de Midi pour toute l'année. *Pl.* 30. *Fig.* 73. & *Pl.* 29. *Fig.* 72.

Pour décrire la courbe ſuivante, qui eſt celle de 11 heures du matin & d'une heure après Midi, on

Pl. 16. *Fig.* 44. ſuivra la troiſieme colomne, au commencement de laquelle on trouvera 61° 51′; enſuite 61° 31′, &c. On prendra toutes ces diſtances ſur l'échelle Gnomonique, & on les portera ſur chaque parallele convenable. Au moyen des points qu'on aura marqués ſur chacune, on décrira la ſeconde courbe, comme on voit dans la Figure. Pour celle de 10 heures du matin & 2 heures après Midi, on ſe ſervira de la quatrieme colomne; ainſi des autres heures.

429. On peut ſe diſpenſer de conſtruire l'échelle Gnomonique AD, qui n'eſt pas facile à exécuter. Il *Pl.* 30. *Fig.* 73. ſera mieux de ſe ſervir d'un calcul tout fait dans les Tables des ſinus, tangentes, &c. Pour cela, on cherchera la tangente naturelle de chaque dégré & minute de la hauteur du Soleil. Par exemple, on trouvera que pour 64° 28′, la tangente naturelle eſt 209 parties égales de quelque échelle. En ce cas, il faut déterminer la longueur du ſtyle à 100 des mêmes parties; & comme les tangentes naturelles, telles qu'elles ſont dans les Tables, ſont compoſées de huit chiffres, & que l'on n'en ſuppoſe que trois dans la longueur du ſtyle, qui eſt 100, il faudra retrancher cinq chiffres de chaque tangente. Ainſi, quoique la tang. natur. de 64° 28′ ſoit ce nombre 20934084, il ne faudra prendre que les trois premiers chiffres 209. Si le ſtyle avoit 200 parties de long, il faudroit doubler les cinq premiers chiffres de la tangente 20934; ce qui feroit 41868, dont on retrancheroit enſuite les deux derniers chiffres: il reſteroit 419, en ajoutant une unité, parce que 68, qui ſuivent, valent plus de 50. Si le ſtyle avoit 1000 parties de long, il ne faudroit retrancher que quatre chiffres de ceux de la tangente, & ne prendre que les quatre premiers. S'il avoit 2000 parties, il faudroit doubler les cinq premiers chiffres de la tangente, &c. Si encore ce ſtyle avoit 10000 parties, il ne faudroit retrancher que trois chiffres de chaque

tangente, &c. Si on vouloit faire un cylindre fort grand pour poſer dans un jardin, cette derniere hypotheſe pourroit être de quelque utilité : mais il faudroit que le cylindre entier pût tourner ſur un pivot, & ſon chapiteau devroit tourner auſſi dans le cylindre. *Pl.* 30. *Fig.* 73.

430. Si donc on veut ſe ſervir de la Table des tangentes naturelles, ce qui ſera infiniment plus facile, on verra dans les Tables la tangente naturelle convenable à chaque dégré de hauteur du Soleil ; enſuite au moyen de l'échelle des parties égales, on prendra le nombre des parties égal à celui de la tangente que l'on trouve dans les Tables, en retranchant le nombre convenable des chiffres, & on portera cette diſtance ſur la parallele qui repréſente le dégré du ſigne ſur lequel on opere. Ainſi on ſuivra toutes les heures & tous les ſignes, ſelon la Table des hauteurs du Soleil. Par exemple, on veut marquer le point de 4 heures après Midi ſur la parallele qui déſigne le 10^{e} dégré du Bélier ; je remarque dans la Table ci-deſſus indiquée, que la hauteur du Soleil eſt alors de 22° 18′ ; je cherche dans les Tables des ſinus la tangente naturelle de 22° 18′, je trouve que c'eſt ce nombre 4101299 ; j'en retranche les cinq derniers chiffres : reſtera 41, qui eſt le nombre des parties, que je porte ſur la parallele qui repréſente le 10^{e} dégré du Bélier. Ce nombre 41 doit ſe prendre avec un compas ſur une échelle des parties égales. Nous ſuppoſons toujours que le ſtyle a 100 parties de longueur ; il faudra ſe ſouvenir de retrancher toujours cinq chiffres, quand même il n'en reſteroit qu'un ou point du tout. Tous les points étant marqués & les courbes horaires tracées par-tout où il le faut, on écrira les chiffres horaires, comme on le voit dans la Figure, de même que la premiere lettre du nom de chaque mois. Les chiffres des ſignes ſeront effacés, comme étant inutiles.

Pl. 30. *Fig.* 73. 431. Le tout étant fini, on collera proprement le papier autour du cylindre. Il faut remarquer que ſi l'on veut que les lignes ſoient nettes, il ne faut pas les tracer avec de l'encre ordinaire, mais avec de la bonne encre de la Chine, qui ne s'étend point comme l'autre quand on colle le papier. On peut tracer le Cadran immédiatement ſur le cylindre, ſans le décrire auparavant ſur le papier. On n'aura qu'à tracer ſur le corps rond du cylindre les mêmes points & les mêmes lignes que ſur le papier; mais c'eſt un peu plus difficile.

Pl. 29. *Fig.* 69. *Fig.* 70. *Fig.* 71. 432. Pour ſe ſervir de ce Cadran, on fera tourner le chapiteau, (le ſtyle étant en dehors,) juſqu'à ce que le ſtyle ſoit ſur la parallele du mois où l'on eſt; on ſuſpendra le cylindre, préſentant le bout du ſtyle directement vers le Soleil, en ſorte que ſon ombre n'aille point en biaiſant d'un côté ni d'autre, mais verticalement, & parallelement aux lignes verticales qui repréſentent les ſignes du Zodiaque. Le cylindre étant ainſi librement ſuſpendu, on verra ſur quelle courbe horaire le bout de l'ombre du ſtyle tombera; on ſuivra avec les yeux cette courbe juſqu'aux chiffres horaires, & on connoîtra ainſi l'heure qu'il eſt. Chaques dix jours on changera de parallele; & même, pour plus grande préciſion, on en pourra changer tous les cinq jours, faiſant aller le ſtyle au milieu de l'entre-deux de chaque parallele. Lorſqu'on ſe ſera ſervi du cylindre, on ôtera le chapiteau, on couchera le ſtyle dans ſa rainure, & on remettra le chapiteau à ſa place ordinaire dans le bout du cylindre. Il eſt bon de mettre un petit anneau à l'extrémité ſupérieure du chapiteau, afin que le cylindre ſoit ſuſpendu bien librement; car il eſt eſſentiel de le tenir bien à plomb, quand on veut voir l'heure.

433. Le Cadran cylindrique eſt fort bon & commode, d'une conſtruction facile; mais il a le défaut ordinaire de tous ceux qui marquent l'heure par la

hauteur du Soleil, qui eſt de n'être pas bien juſtes vers l'heure du Midi, parce que le Soleil ne monte pas ſenſiblement à cette heure-là. On ne diſtingue pas même bien ſouvent ſi l'extrémité de l'ombre marque l'heure un peu avant Midi, ou un peu après Midi, attendu que le point eſt le même. Pour les autres heures plus éloignées de Midi, on ne ſçauroit s'y tromper, parce que l'on ſçait toujours ſi l'on eſt à quelque heure avant ou après Midi.

434. La ſeconde eſpece de Cadran portatif qui marque l'heure par la hauteur du Soleil, ſe trace ſur une plaque de quelque métal ou de bois ou d'yvoire. Sa grandeur ordinaire eſt à peu près comme une carte à jouer, afin de le porter aiſément dans un étui ou dans des tablettes. On peut le faire plus grand, ſi l'on veut, ou bien s'il ne doit pas ſe mettre dans la poche, qu'il ne ſerve que dans le cabinet, on le fera d'une grandeur à diſcrétion. Plus il ſera grand, plus il ſera juſte. Du reſte, il eſt fort commode & très-peu embarraſſant; il a pourtant les mêmes défauts que le cylindre portatif (433).

Soit donc ABCD la figure dont on doit faire ce Cadran, & ayant tracé une petite bordure autour des trois côtés AD, AB & BC, on marquera ſur la ligne EF de la bordure dix-huit petites parties égales, depuis F juſqu'à G, en ſorte que le reſte EG de cette ligne ſoit au moins le tiers de EF; & du point E comme centre, qui eſt dans l'angle de la bordure, on décrira fort légerement des arcs de cercle par toutes ces diviſions, leſquels il faudra effacer quand le Cadran ſera fait. *Pl.* 31. *Fig.* 74.

Du même centre E, on décrira un grand arc de cercle d'un auſſi long rayon que l'on pourra, comme de 12, 15, 20 ou 24 pouces; plus cet arc ſera grand, plus on aura de juſteſſe. On prolongera la ligne EF juſqu'à ce qu'elle touche ce grand arc, lequel on diviſera en dégrés & minutes, à l'aide d'un bon

Pl. 31. *Fig.* 74. demi-cercle exactement diviſé. Chaque arc que l'on aura décrit par chacune des dix-huit diviſions de la ligne EF, repréſente deux ſignes du Zodiaque avec leurs dégrés de 10 en 10. Le premier GO repréſente le premier dégré du ſigne du Cancer, & le dernier FV repréſente le commencement du Capricorne.

435. Pour tracer ce Cadran, il faut ſe ſervir de la Table des hauteurs du Soleil, calculée pour la hauteur du pôle du lieu où l'on doit ſe ſervir du Cadran. Nous nous ſervirons pour exemple de celle de 49 dégrés de latitude, où l'on trouve la hauteur du Soleil à Midi de 64° 28′, pour le premier point du Cancer, qui eſt l'arc GO. On poſera donc une regle aſſez longue, qui d'un bout ſoit ſur le point E, & de l'autre bout ſur le 64ᵉ dégré 28 minutes du grand arc de cercle, où les diviſions commencent au point où la ligne EF le coupe. La regle ainſi poſée, on marquera un point qui touche la regle ſur l'arc GO, qui ſera le point de Midi du commencement du Cancer. De même pour un autre arc comme IK, qui repréſente le premier point du Bélier, on trouvera dans la Table que la hauteur du Soleil à Midi eſt de 41°; on poſera la regle ſur le point E, & ſur le 41ᵉ dégré du grand arc de cercle, & on marquera un point là où la regle coupe l'arc IK, qui ſera le point de Midi ſur le commencement du Bélier & de la Balance. On fera la même choſe par chaque dixieme dégré des ſignes pour la même heure de Midi; enſuite on menera par tous ces points la courbe XII, K, XII, qui ſera la courbe horaire de Midi.

On fera la même choſe pour toutes les autres heures ſur ce Cadran : on remarquera ſeulement que les points trouvés pour les ſignes depuis le Cancer juſqu'au Capricorne, ſont les mêmes que pour les autres ſix ſignes, & que les lignes des heures ſervent pour devant & après Midi à même diſtance,

comme elles ſont marquées dans la Figure ; c'eſt-à-dire, que la ligne de 11 heures eſt la même que celle d'une heure ; celle de 10 heures eſt la même que celle de 2 heures, & ainſi des autres : ce qui eſt de même pour tous les Cadrans qui ſont conſtruits ſur le même principe des hauteurs du Soleil. *Pl.* 31. *Fig.* 74.

436. Quand on aura marqué tous les points horaires ſur chaque arc de cercle, & que l'on aura tracé les courbes qui paſſent ſur tous les points correſpondans de la même heure, on effacera le nom des ſignes du Zodiaque, & on y écrira ceux des mois de l'année, fixant le commencement de chaque mois au 10^{e} dégré de chaque ſigne. Enfin on attachera à la platine du Cadran deux petites pinules pliantes, qui répondent au côté AB ; en ſorte que leur petit trou ſoit dans une ligne bien parallele à AB, & l'on attachera un petit plomb dont la ſoye paſſe par un très-petit trou que l'on fera au point E. Ce filet doit porter une petite perle ou grain fort délié, qui puiſſe couler au long du fil quand on le pouſſe.

437. Il eſt bon de tracer ce Cadran ſur un grand papier ; & quand il ſera fini, comme nous venons de l'enſeigner, on coupera tout le papier ſuperflu ; enſuite on pourra le tranſporter ſur une platine de cuivre ou autre matiere, en faiſant une grande quantité de petits trous au papier, & on le poncera ſur le cuivre. Les Graveurs ont bien des expédiens pour copier très-exactement ces ſortes de choſes. Les pinules pourront être pliantes, au moyen d'une charniere ou autrement.

438. Quand on voudra ſe ſervir de ce Cadran, on redreſſera les pinules ; on étendra la ſoye ſur le point du jour du mois où l'on eſt, & l'on fera couler la perle ſur ce même point ; enſuite on expoſera bien verticalement le Cadran au Soleil, en ſorte que le rayon de lumiere paſſe de la pinule B à la pinule A. Pour lors la ſoye du plomb pendant librement &

raſant la platine, la petite perle déſignera l'heure qu'il eſt. Au reſte, on voit aſſez dans la Figure la conſtruction de ce Cadran ; & en l'examinant bien, on peut ſuppléer à une explication plus détaillée.

439. On fait une autre ſorte de Cadran ſur le même principe que le précédent ; il n'en differe que pour la Figure. On le trace ſur un quart de cercle. Il y a également des courbes horaires, deux pinules, un plomb avec ſa ſoye qui porte une petite perle. En un mot, ce Cadran eſt abſolument le même que le précédent, excepté pour la Figure, qui n'en paroît pas auſſi gracieuſe que l'autre ; c'eſt pourquoi nous avons préféré le premier.

440. A l'égard de l'Anneau aſtronomique, on en fait d'un ſeul cercle, dont nous ne parlerons point, parce qu'ils ſont ſujets à beaucoup d'inconvéniens. Il y en a à deux cercles ; mais comme ils ont un défaut très-conſiderable, nous n'en donnerons pas la deſcription. Ce défaut conſiſte en ce que le jour des Equinoxes ils ne peuvent point marquer aucune heure. Le même inconvénient ſe préſente tous les jours vers le Midi : mais nous donnerons la conſtruction de celui qui a trois cercles, appellé l'Anneau aſtronomique univerſel, qui, quoiqu'aſſez compoſé, & aſſez difficile à faire, n'a point les défauts des autres, mais qui a toujours celui de ne pouvoir être parfaitement juſte vers le Midi, comme tous les Cadrans qui marquent l'heure par la hauteur du Soleil. En voici la conſtruction.

Pl. 32. *Fig.* 75. 441. Cet inſtrument eſt compoſé de trois cercles plats, bien tournés en dedans & en dehors. L'extérieur marqué A repréſente le Méridien du lieu où l'on eſt ; il porte deux diviſions de 90° diametralement oppoſées, dont l'une ſert depuis notre pôle ſeptentrional juſqu'à l'Equateur, & l'autre depuis l'Equateur juſqu'à l'autre pôle, qui eſt le méridional. Le ſecond cercle B eſt contenu dans le premier,

& y doit tourner juſte entre deux pivots ou goupilles P, qui traverſent les deux cercles par des trous diametralement oppoſés l'un à l'autre aux points de 12 heures. Au dedans du ſecond cercle ſe place le troiſieme CDC, en ſorte qu'il puiſſe tourner ſur deux pivots attachés au Méridien, au moyen de deux ſupports SS. Au milieu du troiſieme cercle eſt attachée l'alidade E, qui porte à ſes deux bouts deux pinules I, percées chacune de trois petits trous pour recevoir les rayons du Soleil. Le ſecond cercle repréſente l'Equateur, & doit ſe tenir ſitué perpendiculairement au premier. Il y a pour cela à ſes deux pôles une piece exprès marquée P. Le troiſieme cercle repréſente les ſignes du Zodiaque, ſur lequel ils ſont tracés. Quoique la piece intérieure CDC ne paroiſſe pas un cercle, ç'en eſt pourtant un duquel on a retranché tout le ſuperflu.

442. On diviſera le ſecond cercle appellé l'Equinoxial en 24 parties égales, qui ſeront les points horaires ſur leſquels on gravera les chiffres des heures. Sur le troiſieme cercle on poſera les ſignes du Zodiaque, la moitié d'un côté & l'autre moitié au côté diametralement oppoſé. Pour marquer ces diviſions des ſignes, on commencera à tirer une ligne qui paſſe par le centre de ce cercle, laquelle repréſentera ſur les deux côtés oppoſés les ſignes du Bélier & de la Balance. Aux deux côtés de celle-là, on en tirera une autre qui paſſe également au centre, & qui faſſe un angle égal à la déclinaiſon du Soleil aux ſignes ſuivans, qui ſont le Taureau & la Vierge, avec les Poiſſons & le Scorpion. Or la déclinaiſon du Soleil à ces ſignes eſt de 11° 29′, qui eſt l'angle que ces deux lignes, ſe croiſant au centre, doivent faire avec la premiere du Bélier & de la Balance. On tirera encore deux autres lignes qui paſſent par le centre, & qui feront avec celle du Bélier & de la Balance l'angle de 20° 11′; ce qui ſera pour les quatre autres

ſignes ſuivans, qui ſont le Verſeau & le Sagittaire, les Gémeaux & le Lion. Enfin on tirera deux autres lignes qui paſſent par le centre, & feront avec celle du Bélier & de la Balance l'angle de 23° 28′; ce qui repréſente le Cancer & le Capricorne. On poſera donc d'un côté le Capricorne, le Sagittaire, le Scorpion, la Balance, la Vierge & le Lion; & de l'autre côté oppoſé, le Verſeau, les Poiſſons, le Bélier, le Taureau, les Gémeaux & le Cancer.

443. Pour finir cet inſtrument il n'y manque que le pendant F, qui doit porter un anneau; ce pendant doit pouvoir couler ſur le bord du cercle Méridien. Pour cela, il y aura une rainure ſur le Méridien. Les côtés du pendant ſeront aſſez longs & aſſez forts pour faire reſſort, & en appuyant ſur la circonférence convexe du Méridien, ils font tenir le pendant fixe ſur tous les dégrés de la diviſion où on veut le mettre. Le pendant eſt compoſé de trois pieces; la premiere eſt ce reſſort, dont une partie eſt repliée pour entrer dans la rainure faite aux deux faces du Méridien; la ſeconde piece eſt le bouton qui eſt rivé ſur le reſſort, dans lequel il doit tourner très-librement; & enfin l'anneau, qui doit être auſſi bien libre dans le bouton, afin de pouvoir tenir l'inſtrument bien vertical quand on s'en ſert; car cela eſt eſſentiel.

444. Pour ſe ſervir de cet inſtrument, on placera la petite ligne qui eſt au milieu du curſeur du pendant F, ſur le dégré de l'élévation du pôle du lieu où l'on eſt. On poſera la ligne de foi de l'alidade ſur le jour du mois, ou ſur le dégré du ſigne du jour où l'on eſt; & enſuite le cercle Equinoxial étant ouvert à angles droits avec le Méridien, on avancera ou on reculera le cercle intérieur, qui eſt le troiſieme, en le faiſant tourner juſqu'à ce que le rayon du Soleil paſſe par les trous des deux pinules. Alors la ligne qui eſt tracée au milieu de l'épaiſſeur

convexe du troiſieme cercle, montrera l'heure ou partie de l'heure tracée ſur la ſurface du cercle Equinoxial, & cela à toutes les heures du jour en quelque temps que ce ſoit.

445. Cet inſtrument ſe fait de quelque métal, comme laiton, argent, &c. On fait de ces Cadrans depuis deux pouces juſqu'à douze de diametre. Les plus grands ſont toujours les plus juſtes : il doit être tellement conſtruit, que lorſqu'on s'en eſt ſervi, on arrange les trois cercles, de ſorte qu'ils ne font enſemble qu'une ſuperficie plate, & l'on met tout l'inſtrument dans un étui. Il peut ſervir par toute la Terre, & n'a pas d'autre défaut que celui de ne pouvoir être parfait pour l'heure de Midi, comme nous avons dit auparavant : celui-ci eſt préférable aux deux précédens, mais il eſt d'une plus grande dépenſe.

SECTION III.

Cadran Analemmatique.

446. ON appelle *Analemme* la projection ou repréſentation orthographique des principaux cercles de la ſphere ſur un plan ; & ce Cadran s'appelle *Analemmatique*, parce que pour le conſtruire on eſt obligé de repréſenter les principaux cercles de la ſphere ſur un plan. Après que l'on a trouvé les points qui conſtituent le Cadran, on efface tous les traits & les lignes de conſtruction, qui ſont en aſſez grand nombre. Voici donc comment ſe décrit ce Cadran ; il faut commencer par conſtruire l'analemme de la maniere ſuivante.

Tirez premierement les lignes AB, CD, qui ſe coupent à angles droits au point E, duquel comme *Pl. 33. Fig. 76.*

centre décrivez le cercle ABCD, repréſentant le Méridien ; ſon diametre CD l'horiſon, & AB le premier vertical. Du point D, comptez juſqu'en F l'élévation du pôle, qui ſera ſuppoſée de 49°, & tirez la ligne FE repréſentant l'axe du Monde ; de l'autre côté, comptez ſur le Méridien de C en G l'élévation de l'Equateur, qui ſera de 41°, la hauteur du pôle étant ſuppoſée de 49°, & tirez la ligne GE pour l'Equateur. Du point G, comptez de part & d'autre juſqu'en H & en I, 23° 28′, 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 ſa 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 des perpendiculaires, qui rencontreront l'horiſontale aux points MNOP, & des ſections faites par leſdites paralleles ſur l'axe EF, abaiſſez les perpendiculaires indéfinies S*c*, R*b*, Q*a* ; ouvrez enſuite le compas de l'eſpace EM, & de cette même ouverture, poſez une pointe ſur N, & de l'autre coupez par un petit arc la ligne Q*a* ; poſez une pointe ſur O, & coupez la ligne R*b* par un petit arc au point *b* ; puis toujours de la même ouverture EM, poſez une pointe en P, & de l'autre pointe coupez la ligne S*c* au point *c*.

Pour conſtruire le petit Zodiaque, prenez la diſtance *o c*, que vous porterez de E vers A & vers B, pour les Tropiques du Cancer ♋ & du Capricorne ♑ ; prenez la diſtance 4 *b*, & la portez de même au point E, pour les paralleles des Gémeaux ♊ d'un côté, & celui du Verſeau ♒ de l'autre. Prenez enfin la diſtance X *a* pour marquer du même point E, d'un côté le parallele du Taureau ♉, & de l'autre, celui des Poiſſons ♓ ; c'eſt-à-dire, qu'il faut prendre les diſtances X*a*, 4*b*, *o c* ſur les lignes N*a*, O*b*, P*c*,

depuis

depuis leur interſection X40 avec la Méridienne juſqu'aux extrémités *a b c*, & les porter chacune ſucceſſivement au point E, à droite & à gauche ſur le petit Zodiaque que vous formerez, comme il ſe voit en la Figure.

Pour avoir les points des heures, du centre E & de l'intervalle EM, décrivez le cercle MTZV, diviſez-le en 24 parties égales, de même 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: or les ſections de ces lignes ſeront les points des heures, ce qu'il faut entendre des ſections les plus proches du grand cercle. Tracez par ces points une courbe adoucie, qui, en ce cas, eſt une ovale, comme la Figure le montre. Les heures du matin ſont à gauche, & celles du ſoir à droite. Pour avoir les demi-heures, on diviſe les cercles en 48 parties égales; & pour avoir les quarts, en 96 parties.

447. L'Analemme étant ainſi conſtruit, tranſportez avec un compas ſur une plaque de laiton, bien dreſſée & polie, toutes les ſections des heures de la circonférence de l'ovale B, en les traçant légerement de point en point, & marquez-y les mêmes heures, comme elles ſont marquées dans la Fig. 76. *Pl.* 34. *Fig.* 77.

Tranſportez-y auſſi le trigone des ſignes, prenant avec un compas toutes les diſtances les unes après les autres, de telle ſorte que les ſignes du Bélier ♈ & de la Balance ♎ ſoient dans la ligne de 6 heures. Placez-y les caracteres des ſignes, ou les noms de chaque mois, chacun en leur ordre. Le milieu du trigone doit être fendu, pour y faire couler le curſeur C, qui porte le ſtyle droit D, qui ſe leve ou ſe couche au moyen d'une eſpece de charniere. *Fig.* 78.

Sur l'autre partie de la même plaque, on trace un Cadran horiſontal, ſuivant les regles ordinaires

pour la même latitude qu'a été fait l'Analemme. On y place le ſtyle ou axe vers E perpendiculairement ſur la ligne de Midi, & cet axe ſe couche & ſe redreſſe au moyen du reſſort qui eſt ſous la plaque.

448. Pour ſe ſervir de ce Cadran, on le poſera bien de niveau. On mettra le curſeur avec ſon ſtyle droit ſur le jour du mois, ou ſur le dégré du ſigne où ſe trouve actuellement le Soleil. On tournera le Cadran ou d'un côté ou de l'autre, juſqu'à ce que les deux Cadrans s'accordent & marquent la même heure. Si, par exemple, le ſtyle droit du Cadran Analemmatique marque 10 heures, il faut que l'axe du Cadran horiſontal marque pareillement 10 heures; en ce cas, ce ſera la véritable heure, & il ſera bien orienté.

Ce Cadran paroît préférable à tous les autres Cadrans portatifs, de quelque eſpece qu'ils ſoient, ſurtout ſi on le faiſoit un peu grand. Il n'a pas les défauts des Cadrans à bouſſole, puiſqu'il n'en a point: il n'a pas ceux des Cadrans qui marquent l'heure par la hauteur du Soleil; car toutes les heures peuvent être auſſi juſtes que celles des Cadrans horiſontaux ordinaires.

449. On fait une quantité d'autres eſpeces de Cadrans: on en conſtruit ſur une croix, ſur des polyhedres, où l'on voit un nombre de Cadrans, un ſur chaque face; on en conſtruit ſur des globes, ſur la ſurface concave d'un cylindre, &c. Tous ces Cadrans ſont plus curieux qu'utiles. Ceux qui voudront les connoître, pourront les voir dans pluſieurs Auteurs qui les ont décrits.

OBSERVATIONS

SUR LA

MANIERE DE REGLER

LES HORLOGES.

450. AYANT enſeigné l'art de tracer des Cadrans ſolaires, on pourra avoir l'heure avec exactitude par leur ſecours. Comme le Soleil ne luit pas toujours, il reſteroit beaucoup de temps, pendant lequel on ignoreroit l'heure, ſi l'on n'eût pas inventé les Horloges, qui font tant d'honneur à l'eſprit humain. Mais ces ingénieuſes machines, pour être utiles, ont beſoin d'être reglées de temps en temps ſur le Soleil. Ainſi pour rendre les productions de la Gnomonique d'un uſage plus étendu, nous nous ſommes propoſé de donner quelques avis, non ſeulement pour mettre les Horloges à l'heure, mais encore pour regler leur marche, & rendre leur mouvement conforme au temps moyen, qui eſt celui qui leur eſt propre. Par le terme *Horloge*, nous entendons en général les trois eſpeces ordinaires, les Montres de poche ou portatives, les Pendules, & les groſſes Horloges. Nous les diſtinguerons, quand il ſera néceſſaire.

451. L'heure la plus propre & la plus commode pour regler une Horloge, eſt celle de Midi, priſe ſur une bonne Méridienne; ou, à ſon défaut, ſur le Midi d'un Cadran ordinaire fait avec ſoin. On pourroit également choiſir une, deux ou trois heures avant ou après Midi, pourvû qu'on prenne toujours la même heure pour les obſervations.

452. Si l'on choiſit l'heure de Midi, on y mettra exactement l'Horloge: or pour faire cette opération

comme il faut, il convient de diſtinguer l'eſpece d'Horloge. S'il s'agit d'une montre de poche à ſecondes, on laiſſera aller l'aiguille des ſecondes ſur 60; alors on arrêtera le mouvement, au moyen de la détente qui eſt exprès pour cela. Enſuite on menera avec la clef l'aiguille des minutes également ſur 60, & celle des heures ſuivra, & ſe trouvera ſur XII heures. L'aiguille des ſecondes eſt ſi foible, qu'il ne faut jamais la faire tourner ni la toucher; car on riſqueroit de la gâter, & même d'endommager l'échappement. Lorſqu'on verra l'inſtant de Midi ſur la Méridienne, on fera partir ſur le champ le mouvement de la Montre, au moyen de la détente. Si la Montre eſt ſimplement à minutes, on la mettra à l'heure de Midi à l'ordinaire, en faiſant tourner l'aiguille des minutes avec la clef: on la menera ainſi à 60, & celle des heures ſe trouvera d'elle-même à XII heures.

453. Si c'eſt une Pendule à ſecondes, on pourra faire tourner à la main à l'inſtant de Midi, premierement l'aiguille des ſecondes, & enſuite celle des minutes, faiſant en ſorte qu'au moins celle des ſecondes ſe trouve dans le moment de Midi ſur 60. Autrement, on arrêtera le mouvement, on mettra les aiguilles des ſecondes & des minutes ſur 60, celle des heures ſur XII heures, & on redonnera le mouvement à l'inſtant de Midi. Si la Pendule eſt ſimplement à minutes, on la mettra à l'heure de Midi, en menant à la main l'aiguille des minutes ſur 60, & celle des heures ſe trouvera ſur XII heures. Si c'eſt une groſſe Horloge, on la fera ſonner à l'inſtant de Midi, en avançant le mouvement, & non en levant la détente.

454. Si la Pendule ou l'Horloge ſe trouvent éloignés de l'endroit où eſt la Méridienne, comme c'eſt l'ordinaire, on ſe ſervira d'une Montre que l'on mettra à l'heure à l'inſtant de Midi ſur la Méri-

dienne ; & on mettra la Pendule ou l'Horloge ſur l'heure où la Montre ſe trouvera lorſqu'on ſera revenu ; ce qu'il convient de faire au plutôt. Si l'on veut une plus grande exactitude, & que la Méridienne ne ſe trouve pas trop éloignée, on conviendra d'un ſignal, comme d'un coup de piſtolet ou autrement ; & auſſitôt que celui qui ſera au devant de la Méridienne, voyant arriver l'inſtant de Midi, ſe ſera fait entendre, on mettra ſur le champ l'Horloge à l'heure. Mais il faut obſerver que ſi depuis la Méridienne juſqu'à la Pendule, il y a 180 toiſes d'éloignement, le ſon demeurera à peu près une ſeconde à parcourir cette diſtance ; ainſi il faudra avoir égard à ce retardement. S'il y a 300 toiſes d'éloignement, il faudra avancer la Pendule de deux ſecondes.

455. Quand on aura mis ainſi exactement l'Horloge à Midi, on examinera le lendemain à la même heure ſi l'Horloge a avancé ou retardé de la quantité de ſecondes indiquées dans la Table ci-après, qui a pour titre : *Table du nombre des ſecondes, dont une Pendule doit avancer ou retarder*, &c. pour le jour où l'on fait l'obſervation. Si l'on y apperçoit de la différence, l'Horloge aura avancé ou retardé. Par exemple, ſi l'on a mis l'Horloge à Midi le 17 Novembre, & que le lendemain 18 elle ait avancé de 14 ſecondes ſur le Soleil, on ſera aſſuré que l'Horloge eſt bien reglée. On trouvera dans la Table, dont nous venons de parler, que du 17 Novembre au 18, l'Horloge doit avancer de 14 ſecondes. Si le 18 elle ſe rencontroit juſte à Midi ſur la Méridienne, il en faudroit conclure qu'elle auroit retardé de 14 ſecondes. Si le Midi de la Pendule précedoit celui du Soleil ſeulement de 6 ſecondes, elle retarderoit réellement de 8 ſecondes ; puiſque, ſelon la Table, elle doit préceder de 14 ſecondes le Midi de la Méridienne. On ne doit la regarder comme bien re-

glée, qu'autant qu'elle avancera ou retardera conformément à la Table. Alors on ſera ſûr qu'elle ſuivra le temps moyen.

456. Si c'eſt une Horloge à ſecondes, comme une Montre à ſecondes, ou une Pendule, on s'appercevra plus aiſément de cette différence; en ce cas, l'obſervation ſera toujours bien ſenſible: mais ſi la Montre ou la Pendule ſont ſimplement à minutes, on attendra deux ou trois jours, ou même davantage, parce que le défaut ne ſeroit pas aiſé à appercevoir dans 24 heures; mais alors on additionnera toutes les ſecondes contenues dans la Table pour ces deux ou trois jours, & on examinera ſi la Montre aura avancé ou retardé, conformément à la ſomme de ces ſecondes.

457. S'il ſe rencontre que d'une obſervation à l'autre, l'Horloge doive en partie avancer & en partie retarder, comme l'on voit dans la Table vers le 10 Février, le 15 Mai, le 26 Juillet & le premier Novembre, il faudra eſſentiellement y avoir égard.

458. Quand on ſera bien poſitivement aſſuré par les obſervations précedentes que l'Horloge avance, on en retardera le mouvement; ce ſera le contraire, ſi elle retarde. Pour avancer le mouvement d'une Montre, on tournera avec la clef, tant ſoit peu à droite, l'aiguille de la roſette ou cadran du coq. Quand nous diſons à droite, il faut entendre le même ſens dans lequel on tourneroit l'aiguille des minutes, ſi on avançoit l'heure de la Montre. On verra ſur le cadran du coq quelques chiffres qui indiquent de quel côté il faut tourner l'aiguille pour avancer ou retarder le mouvement; par exemple, c'eſt avancer que d'aller de 3 à 4, de 4 à 5, &c. & c'eſt reculer ou retarder que d'aller de 5 à 4, ou de 4 à 3, &c. Du reſte, on tournera très-peu l'aiguille de la roſette, comme de l'épaiſſeur d'un liard à chaque fois. On réiterera la même obſervation & la même opération juſqu'à

re que l'Horloge aille bien : mais pour faire une ſeconde obſervation, on remettra toujours l'Horloge exactement à l'heure de Midi.

459. Pour avancer ou retarder le mouvement d'une Pendule, il faut hauſſer ou baiſſer la lentille, en tournant à droite ou à gauche l'écrou qui la ſoutient. Si on hauſſe ou baiſſe la lentille d'un pendule qui bat les ſecondes, la Pendule avancera ou retardera d'une minute 38 ſecondes dans 24 heures. Un quart de ligne d'allongement ou de raccourciſſement ſur un pendule qui bat les demi-ſecondes, produira le même effet. On avancera ou retardera le mouvement d'une groſſe Horloge, comme celui d'une Pendule.

460. On peut regler une Horloge ſur une Méridienne du temps moyen, comme nous l'avons dit art. 375, pag. 245 ; mais on ne peut la mettre au Midi vrai que lorſqu'elle ſera entierement reglée, à moins qu'on ne tienne compte du nombre des minutes & des ſecondes qui font la différence du temps vrai au temps moyen. On pourroit en voir une Table dans le livre de la *Connoiſſance des Temps* : mais on évitera toutes ces attentions, en mettant l'Horloge à Midi dans l'inſtant où le point de lumiere eſt ſur la courbe de la Méridienne du temps moyen, indiquée par le mois où l'on eſt. Le lendemain, ou quelques jours après, on examinera s'il eſt encore Midi précis à l'Horloge, lorſque le point de lumiere eſt ſur la même courbe, quoiqu'en un endroit différent ; en ce cas, l'Horloge ſera bien reglée, puiſque ſa marche ſera conforme au temps moyen : c'eſt ainſi qu'on reconnoîtra, ſans le ſecours d'aucune Table, ſi l'Horloge avance ou retarde. Lorſqu'on ſera aſſuré de ſa juſteſſe, on la mettra au Midi vrai, auquel on la remettra de temps en temps, au moins de huit en huit jours, ſurtout en certains temps de l'année, où les révolutions du Soleil ſont plus ſen-

ſiblement inégales ; ce qu'on pourra remarquer dans la Table aux mois de Janvier, Mars, Avril, Juin, Septembre & Décembre.

461. Le lever & le coucher du Soleil ſont encore aſſez propres à regler une Horloge : on aura un Calendrier fait pour la latitude du lieu où l'on ſe trouve ; on y remarquera l'heure du lever du Soleil au jour où l'on eſt. On mettra l'Horloge à cette heure, au moment où la moitié de ſon diſque paroît ſur l'horiſon. On verra le lendemain, ou un autre jour, ſi lorſque la moitié du diſque du Soleil paroît de nouveau ſur l'horiſon, l'Horloge marque l'heure indiquée dans le Calendrier pour ce jour-là. On ſe ſervira de la Table indiquée ci-deſſus, pour ſçavoir de combien de ſecondes l'Horloge doit avoir avancé ou retardé dans 24 heures, ou dans pluſieurs jours. En un mot, on ſe ſervira du lever ou du coucher du Soleil, comme de l'heure de Midi. Nous ſuppoſons que dans le Calendrier dont on ſe ſert, on a eu égard à la réfraction, comme c'eſt l'uſage depuis quelques années. Nous ſuppoſons encore que l'horiſon eſt bien découvert, qu'il n'y a point de montagnes, &c. Si on n'a pas un Calendrier pour la latitude du lieu où l'on eſt, on pourra faire le calcul ſoi-même pour les jours où l'on fait les obſervations. On en trouvera la méthode ci-après dans la Table des matieres, au mot *Lever du Soleil.*

Il faut remarquer qu'on ſe ſervira du lever ou du coucher du Soleil comme de l'heure de Midi, au cas qu'on n'ait point de Méridienne ou de bon Cadran ſolaire. Mais cette méthode n'a pas toute la préciſion qu'on pourroit deſirer, à cauſe de la réfraction horiſontale qui eſt ſujette à des variations conſiderables.

462. Nous avons donné juſqu'à préſent les moyens ordinaires & généraux pour regler les Horloges : mais il en eſt encore un qu'on met en uſage pour recti-

fier, avec beaucoup de préciſion, une Pendule à ſecondes. Il conſiſte à ſe ſervir des Etoiles, dont la révolution eſt invariablement de 23 heures 56 minutes & 4 ſecondes : on en choiſira une vers le Midi qui ſoit bien ſenſible, & que l'on puiſſe reconnoître le lendemain, ou un autre jour dans le beſoin. Mais on obſervera de ne pas prendre une Planete pour une Etoile : on reconnoîtra les Planetes en ce qu'elles paroiſſent plus grandes que les Etoiles; elles ne ſont pas auſſi brillantes, & elles ne ſcintillent point, c'eſt-à-dire, que leur lumiere ne fait aucun mouvement, comme celle des Etoiles. Pour ne pas riſquer de ſe tromper dans le choix de l'Etoile ſur laquelle on doit faire l'obſervation, & pouvoir la retrouver, on remarquera ſa ſituation par rapport à celles qui ſont aux environs : par ce moyen on la reconnoîtra facilement.

463. Quand on ſera déterminé pour une Etoile, & qu'on l'aura bien remarquée, on fera l'obſervation de la maniere ſuivante. On ſe placera au côté du jambage d'une fenêtre de la chambre où eſt la Pendule, ſi la fenêtre regarde le Midi, & ayant un œil fermé, on viſera, de ce jambage de fenêtre, vers le côté d'un clocher ou d'une cheminée, ou vers le coin d'un mur; le tout aſſez éloigné de la fenêtre, regardant toujours l'Etoile en queſtion; & à l'inſtant où elle ſe cachera derriere l'objet où l'on viſe, on fera un ſignal à une autre perſonne qui ſera devant la Pendule, & qui remarquera à quelle ſeconde l'Etoile a paſſé au moment du ſignal dont on ſera convenu; on écrira cette ſeconde. Si l'on eſt ſeul à faire l'obſervation, & que la fenêtre ſoit aſſez près de la Pendule pour qu'on puiſſe entendre le battement des ſecondes, à l'inſtant où l'Etoile ſe cachera, on comptera les battemens des ſecondes juſqu'à ce qu'on ſoit arrivé au devant de la Pendule; & ôtant le nombre de ſecondes qu'on aura compté de

celui qu'on aura trouvé en arrivant à la Pendule, on aura l'heure & le moment précis qu'elle marquoit à l'inſtant du paſſage de l'Etoile.

464. Le lendemain on fera la même obſervation, & on remarquera avec ſoin à quelle ſeconde la même Etoile aura paſſé derriere l'objet en queſtion. Si la Pendule a retardé de 3 minutes 56 ſecondes, on pourra être aſſuré qu'elle eſt bien reglée ſur le temps moyen. S'il y a pluſieurs jours d'une obſervation à l'autre, il faudra additionner autant de fois les 3 minutes 56 ſecondes que doit retarder la Pendule ſur le paſſage de l'Etoile à chaque 24 heures. Si l'on reconnoît que la Pendule retarde plus ou moins que de 3 minutes 56 ſecondes, on la rectifiera en hauſſant ou baiſſant la lentille. On réiterera les obſervations juſqu'à ce que la Pendule ſoit bien ajuſtée. Au lieu de s'y prendre comme nous venons de le décrire pour obſerver le paſſage de l'Etoile, on peut ſe ſervir d'une lunette que l'on fixera avec grand ſoin, pour la mettre hors de danger de changer de ſituation d'une obſervation à l'autre : c'eſt au travers de cette lunette qu'on obſervera le paſſage de l'Etoile. Cette maniere de regler une Pendule n'eſt pas propre à la mettre à l'heure, mais ſeulement à regler ſon mouvement ſur le temps moyen, ou à éprouver ſi elle va juſte.

465. Il faut pourtant remarquer que s'il y avoit 16 jours d'intervalle d'une obſervation à l'autre, il faudroit retrancher une demi-ſeconde de la ſomme des minutes & des ſecondes additionnées ou multipliées par 16, parce que la révolution des Etoiles eſt de 23 heures 56 minutes, & preſque deux tierces ; par conſéquent, il s'en faut de preſque deux tierces que l'accélération des Etoiles ne ſoit de 3 minutes & 56 ſecondes. Si d'une obſervation à l'autre il y avoit 32 jours d'intervalle, il faudroit retrancher une ſeconde entiere de l'addition des minutes & des ſecondes,

c'eſt-à-dire, qu'au lieu de 2 heures 5 minutes 52 ſecondes, qui ſont le produit de 3 minutes 56 ſecondes multipliées par 32 jours, il ne faudroit compter réellement que ſur 2 heures 5 minutes & 51 ſecondes. On voit par-là que dans 7 à 8 jours d'intervalle d'une obſervation à l'autre, il ne ſçauroit y avoir rien de ſenſible à retrancher, parce qu'on ne ſçauroit s'appercevoir d'un auſſi petit moment que l'eſt un quart de ſeconde ou 15 tierces.

EXPLICATION ET USAGE

DES

TABLES SUIVANTES.

AVANT que de préſenter les Tables que nous avons promiſes en différens endroits de ce Traité, nous avons jugé convenable d'en donner l'explication & l'uſage. Pluſieurs de ces Tables pourront faire plaiſir à ceux qui ne voudront pas prendre la peine d'en faire le calcul, quoique nous l'ayons enſeigné. Il en eſt d'autres qui ſont abſolument néceſſaires, puiſque nous n'en avons pas donné la conſtruction, à cauſe qu'elles ſont trop difficiles, les préceptes en étant fort compliqués. Nous en omettons que des Auteurs fort éclairés ont données dans leur Gnomonique, nous ayant paru que leur uſage étoit trop borné. Comme l'impreſſion de ces ſortes de Tables eſt ce qui coûte le plus, nous avons cru devoir en épargner la dépenſe pour rendre cet Ouvrage d'un prix plus modique, & le volume moins gros.

DE LA TABLE DE LA DIFFERENCE des Méridiens entre l'Obſervatoire Royal de Paris & les principaux lieux de la Terre, avec leurs longitudes & les hauteurs du pôle.

466. CETTE Table eſt toute tirée du livre de la *Connoiſſance des Temps*, année 1759. La premiere colomne contient les noms des lieux ou villes ; la ſeconde contient la différence des longitudes en temps ; la troiſieme contient cette même différence en dégrés & en minutes ; la quatrieme marque les latitudes ou hauteurs du pôle. On a marqué par une étoile * les longitudes ou les latitudes qui ont été déterminées par les obſervations de l'Académie : celles qui ſont marquées par une croix † ont été trouvées par des obſervations particulieres, & celles qui n'ont aucune marque ſont fondées ſur l'eſtime. Ces mots abrégés *or.* & *oc.* ſignifient l'Orient ou l'Occident à l'égard de Paris. Les lettres S. M. qui ſont dans pluſieurs endroits de la derniere colomne, ſignifient que les latitudes ſont ſeptentrionales ou méridionales. Quand il n'y a point de lettres vis-à-vis d'une ville dans cette derniere colomne, il faut y ſuppoſer la lettre S. Il s'agit préſentement d'expliquer ce que c'eſt que *différence des longitudes*, dont nous n'avons dit qu'un mot, art. 204, p. 130.

467. Nous avons vû, art. 43, qu'il y a des Méridiens ſans nombre, puiſque chaque lieu a ſon Méridien. La diſtance du Méridien d'un lieu au Méridien de l'autre lieu, en allant d'Occident en Orient, eſt ce qu'on appelle la différence des longitudes ou des Méridiens, dont les dégrés ſe meſurent & ſe comptent ſur l'Equateur. Il s'enſuit donc que l'arc

de l'Equateur, compris entre les deux Méridiens propoſés, eſt la longitude de ces deux lieux.

468. Le Soleil faiſant ſa révolution de l'Orient vers l'Occident en 24 heures, paſſe ſucceſſivement par tous les Méridiens de la Terre : cette révolution du Soleil eſt ſuppoſée être un cercle diviſé en 360 dégrés, qui étant tous parcourus dans 24 heures, il s'enſuit que le Soleil parcourt 15 dégrés par heure, puiſque 15 fois 24 font 360; par conſéquent, il parcourt dans demi-heure 7 dégrés 30 minutes, & 30 dégrés dans deux heures, &c.

469. Si un lieu eſt plus oriental que Paris de 15 dégrés, ou la 24^{e} partie de 360 dégrés, il ſera Midi dans ce lieu-là une heure plutôt qu'à Paris, parce que le Soleil paſſe une heure plutôt au Méridien de ce lieu qu'au Méridien de Paris; par conſéquent, il ſera une heure après Midi dans ce lieu plus oriental que Paris, lorſqu'il ne ſera que Midi à Paris. Par la même raiſon, ſi un lieu eſt plus occidental que Paris de 15 dégrés, il ne ſera que 11 heures du matin dans ce lieu-là, lorſqu'il ſera Midi à Paris; parce que le Soleil n'arrivera qu'une heure après au Méridien de ce lieu, qui eſt plus occidental que Paris de 15 dégrés.

470. La latitude géographique d'un lieu de la Terre eſt la diſtance de ce lieu à l'Equateur, meſurée ſur le Méridien qui paſſe par ce lieu : elle eſt égale à la hauteur du pôle ſur l'horiſon de ce lieu. La latitude eſt ſeptentrionale du côté du pôle ſeptentrional, & méridionale du côté du pôle méridional.

471. Les dégrés de latitude ſont tous égaux, ſuppoſé que la Terre ſoit parfaitement ronde : ils ſont chacun de 57060 toiſes. Les dégrés de longitude ſont égaux à ceux de la latitude ſous l'Equateur ſeulement; mais ils deviennent plus petits à meſure qu'ils approchent des pôles; de ſorte qu'un dégré de longitude au parallele de Paris, n'eſt que de

37560 toiſes. Chaque dégré de latitude ou de longitude ſous l'Equateur eſt de 25 lieues, qui font, comme nous venons de le voir, 57060 toiſes. Chaque lieue eſt de 2282 toiſes & demie, ou 2675 pas géométriques de 5 pieds chacun.

472. L'uſage que l'on peut faire de la ſeconde & de la troiſieme colomne de cette Table, eſt de ſçavoir quelle heure il eſt en quelque lieu du Monde propoſé, lorſqu'il eſt Midi ou quelqu'autre heure à Paris. On connoîtra également par la différence des longitudes quelle heure il eſt en un lieu, lorſqu'il eſt telle heure dans un autre. Comme cela n'eſt pas fort intéreſſant pour les Cadrans ſolaires, nous ne nous étendrons pas davantage là-deſſus. La plus néceſſaire des colomnes de cette Table eſt la derniere, parce que l'on ne peut faire un Cadran en un lieu, qu'on ne ſçache la latitude ou la hauteur du pôle de ce lieu. Quoique les ſecondes de dégré ſoient marquées dans cette derniere colomne, on peut n'y avoir aucun égard lorſqu'elles ne paſſent point 30 ſecondes. Mais au-delà de 30 ſecondes, il faut compter une minute de plus : par exemple, 47 dégrés 36 minutes & 34 ſecondes, il faudra dire 47 dégrés 37 minutes ; c'eſt une regle générale.

DE LA TABLE DES CORDES.

473. Nous avons donné deux Tables des cordes, qui indiquent le nombre des parties que doivent avoir toutes les cordes de dégré en dégré, depuis un dég. juſqu'à 90 dég. : la premiere eſt pour un rayon de 2000 parties ; la ſeconde pour un rayon de 3000 parties. Ce ſont ces Tables que nous avons promiſes, art. 97 ; au moyen de ces deux Tables, on pourra en faire une de 1000 parties de rayon : on

n'aura qu'à prendre la moitié de chaque nombre de la Table de 2000 parties. Pour en faire une de 4000 parties de rayon, on doublera celle de 2000. Nous avons enseigné à faire ces Tables des cordes, art. 114 & suiv. jusqu'à l'art. 122, de même que leur usage.

DE LA TABLE DES RÉFRACTIONS.

474. Nous en avons parlé art. 188 : elle est d'un grand usage, parce qu'il s'agit bien souvent de la hauteur du Soleil aux Cadrans solaires. Nous avons déjà remarqué dans cet article, que la hauteur du Soleil telle qu'on la trouve, n'est pas réelle : elle n'est qu'apparente ; il faut en soustraire d'autant plus, que le Soleil se trouve moins élevé. Par exemple, si on a trouvé la hauteur du Soleil de 6 dégrés, il faudra en soustraire, selon cette Table, 8 minutes 55 secondes, ou, pour mieux dire, 9 minutes ; de sorte que la hauteur du Soleil ne sera réellement que de 5 dégrés 51 minutes. Si on a trouvé la hauteur du Soleil de 58 dégrés, il faudra en retrancher 37 secondes, ou une minute, selon la Table ; de sorte que la véritable hauteur sera de 57 dégrés 59 minutes. Cette Table est tirée du livre de la *Connoissance des Temps*.

DE LA TABLE DU RAPPORT DES DÉGRÉS AUX TEMPS.

475. Quand il faut réduire les dégrés en temps, on est obligé de faire un petit calcul, dont on pourra se dispenser, au moyen de cette Table. Nous avons enseigné, art. 361, la maniere de trou-

ver, par le calcul, l'heure qu'il eſt. Le réſultat ne donne que des dégrés & des minutes qu'il faut réduire en temps, à raiſon de 15 dégrés par heure, d'une minute de dégré, pour une minute de temps, & de 15 ſecondes de dégré, pour une ſeconde de temps. Nous avons jugé inutile de prolonger cette Table au-delà de 90 dégrés : on remarquera qu'en tête des premiere, troiſieme & cinquieme colomnes, il y a un D & un M ; ce qui veut dire dégrés & minutes de dégré. Mais aux ſeconde, quatrieme & ſixieme colomnes, il y a HM & MS ; ce qui ſignifie heures & minutes, & minutes & ſecondes de temps. Quand on voudra ſe ſervir de cette Table, & ſçavoir ce que valent en temps, par exemple, 6 dégrés 34 minutes, cherchez dans la premiere colomne 6 dégrés, & vous trouverez dans la ſeconde & vis-à-vis, 24 minutes de temps ; enſuite pour les 34 minutes de dégré, cherchez dans la troiſieme colomne à l'endroit 34, & vis-à-vis dans la quatrieme vous trouverez 2 minutes & 16 ſecondes de temps ; de ſorte que 6 dégrés 34 minutes de dégré, font 26 minutes & 16 ſecondes de temps.

Si vous voulez ſçavoir combien valent en temps 156 dégrés 17 minutes, cherchez à la fin de la Table 90 dégrés, que vous trouverez valoir 6 heures ; & comme il y a encore 66 dégrés pour aller à 156 dégrés, cherchez à la cinquieme colomne à l'endroit 66, & vous trouverez vis-à-vis à la ſixieme colomne 4 heures 24 minutes, que vous ajouterez à 6 heures ; ce qui fera 10 heures 24 minutes. Pour les 11 minutes de dégré qui reſtent, cherchez à la premiere colomne à l'endroit 17, & vous trouverez dans la ſeconde colomne, vis-à-vis, une minute de temps & 8 ſecondes ; de ſorte que 156 dégrés 17 minutes valent en temps 10 heures 25 minutes & 8 ſecondes.

Comme, par exemple, 15 dégrés valent une heure

de même 15 minutes valent une minute de temps, & 15 ſecondes de dégré valent une ſeconde de temps. Ainſi chaque colomne peut être regardée comme de minutes ou de dégrés; & celles qui déſignent le temps, comme la ſeconde, la quatrieme & la ſixieme, peuvent être regardées comme contenant des heures & des minutes, ou des minutes & des ſecondes, ſelon le beſoin qu'on en a. La premiere colomne, la troiſieme & la cinquieme peuvent être regardées comme contenant des dégrés; en ce cas, la ſeconde, quatrieme & ſixieme ſeront des heures & minutes de temps. Si la premiere, troiſieme & cinquieme ſont regardées comme ne contenant que des minutes de dégré, pour lors les autres ne ſeront que des minutes & ſecondes de temps. Ainſi le nombre 25 dans la premiere colomne peut ſignifier 25 dégrés; pour lors le nombre qui eſt vis-à-vis dans la ſeconde colomne ſignifiera une heure 40 min. de temps. Mais ſi le nombre 25 de la premiere colomne ſignifie 25 minutes, en ce cas, au lieu de dire dans la ſeconde colomne une heure 40 min., il faudra dire une minute 40 ſecondes. Tout ceci eſt déſigné par les lettres qui ſont en tête de chaque colomne.

DE LA TABLE DES PREMIERES ET DERNIERES HEURES.

476. C'EST la Table que nous avons promiſe, art. 219: nous ne la donnons que pour la latitude de Paris, parce qu'il n'eſt queſtion que d'un quart d'heure à peu près de différence pour toute l'étendue de la France. Ainſi quand on tracera une ligne horaire d'un quart d'heure de plus ou de moins qu'un Cadran ne peut marquer, ce n'eſt pas un grand

inconvénient ; il n'en ſera pas moins bon & moins juſte. Pour faire uſage de cette Table, voici comment il faut la lire : les plans qui déclinent du Midi à l'Orient de 90 dégrés, ou de 86 dégrés 24 min., ou de 82 dégrés 48 min., &c. ceſſent d'être éclairés l'après Midi, à Midi, ou à Midi un quart, ou à Midi & demi, &c. Par-là on comprendra que ſi le plan du Midi décline de 75 dégrés 40 minutes à l'Orient, il ne faut pas y tracer une heure après Midi, puiſque, ſelon la Table, il ceſſe d'être éclairé à cette heure-là. Ce que nous diſons ici de la premiere partie de la Table, doit s'appliquer à la ſeconde, où il s'agit des plans qui déclinent du Midi à l'Occident ; car ſi un plan du Midi décline de 75 dégrés 40 minutes vers l'Occident, ne commençant à être éclairé qu'à 11 heures du matin, il ne faudra y tracer aucune ligne horaire qui précede celle-là.

Il faut remarquer que plus le pôle eſt élevé à l'égard d'un lieu, plus les jours ſont longs en Eté à l'égard de ce lieu, & courts en Hyver ; par conſéquent, moins le pôle eſt élevé, plus les jours ſont longs en Hyver & courts en Eté. Par exemple, à Londres les jours ſont bien plus longs en Eté & plus courts en Hyver qu'à Marſeille ; c'eſt à quoi il faut avoir égard.

DES PREMIERE ET SECONDE Tables d'équation générale, pour ſervir à la correction de la Méridienne, lorſqu'on la trace par des hauteurs correſpondantes du Soleil dans des jours où ſa déclinaiſon varie ſenſiblement.

477. Nous avons déjà expliqué ces deux Tables, art. 344, pag. 218, 219 & 220, & nous en avons montré l'uſage. Nous ajouterons ſeulement

ici ce qui nous reſte à dire pour achever de les faire entendre. Les nombres de la premiere Table ſont précedés du mot *ſouſtractif* & du mot *additif*; ceux de la ſeconde ſont auſſi précedés de l'un & l'autre de ces deux mots. Avant de faire uſage de celle-ci, on multipliera toujours le nombre des ſecondes qu'on trouve dans la premiere Table (344), par les trois premiers chiffres de la tangente naturelle de la latitude du lieu où l'on eſt, ſuppoſé que la latitude ſoit moindre que 45 dégrés; ou par les quatre premiers chiffres de cette tangente, lorſque la latitude ſera de 45 dégrés ou au deſſus. On retranchera du produit les trois derniers chiffres à droite, & ceux qui reſteront à gauche ſeront un certain nombre de ſecondes, auquel il faudra ajouter le nombre de ſecondes correſpondant dans la deuxieme Table; le tout ſuppoſant que l'un & l'autre de ces deux nombres de ſecondes eſt précedé du mot *additif* ou du mot *ſouſtractif*. Mais quand les mots *additif* ou *ſouſtractif* correſpondans ſeront différens, il faudra retrancher ce que donne la deuxieme Table de ce qu'on aura trouvé au produit de la multiplication précédente.

478. Exemple premier. Suppoſons la latitude de 50 dégrés, & qu'on faſſe l'obſervation en un jour où le Soleil ſoit au 20^{e} dégré du Taureau, & qu'il y ait entre les hauteurs correſpondantes obſervées 6 heures d'intervalle. On prendra dans la premiere Table 22 ſecondes, qui répondent à 6 heures d'intervalle, & à 20 dégrés du Taureau : on multipliera ces 22 ſecondes par les quatre premiers chiffres de la tangente naturelle de la latitude, (à cauſe que la latitude eſt de 45 dégrés & au-delà.) Or les quatre premiers chiffres de la tangente de 50 dégrés

ſont 1191
que l'on multipliera par les 22 ſecondes . . . 22

2382
2382

Produit . . . 26202

duquel on retranchera les trois derniers chiffres à droite : reſtera à gauche le nombre de 26 ſecondes, duquel nombre on ôtera 6 ſecondes, qui ſe trouvent dans la deuxieme Table, vis-à-vis 20 dégrés du Taureau, & ſous 6 heures d'intervalle ; on retranchera, dis-je, ces 6 ſecondes, à cauſe qu'il y a le mot *ſouſtractif* dans la premiere Table, & le mot *additif* dans la deuxieme : le reſte 20 ſecondes, ſera la correction qu'il faudra faire à la Méridienne, comme il eſt enſeigné art. 344, page 220. Il auroit fallu de même retrancher le nombre trouvé dans la ſeconde Table, ſi le premier nombre eût été précedé du mot *additif*, & le ſecond du mot *ſouſtractif*.

479. Deuxieme exemple. Suppoſons la latitude de 30 dégrés; que le Soleil ſoit au 10^{e} dégré du Scorpion, & qu'il y ait 8 heures d'intervalle entre les obſervations; on multipliera les 29 ſecondes de la premiere Table par les trois premiers chiffres de la tangente de 30 dégrés, qui ſont 577
qu'on multipliera par les 29 ſecondes 29

5193
1154

Produit . . . 16733

dont on ôtera les trois derniers chiffres à droite : reſtera à gauche le nombre de 16 ſecondes, ou plutôt 17 ſecondes, auxquelles on ajoutera les 4 ſecondes qu'on trouvera dans la deuxieme Table, à cauſe qu'en cet endroit les 29 & les 4 ſecondes ſont précédées du

mot *additif;* la ſomme 21 ſecondes ſera la correction à faire à la Méridienne. Il auroit fallu également ajouter les 4 ſecondes de la deuxieme Table, ſi elles euſſent été précédées, ainſi que les 29″, du mot *ſouſtractif.*

480. Tout ce que nous venons d'expliquer ſuppoſe que la latitude eſt ſeptentrionale : mais lorſqu'elle ſera méridionale, il faudra changer dans la premiere Table les mots *ſouſtractif* en *additif,* & les mots *additif* en *ſouſtractif.* De plus, la correction énoncée art. 344, page 220, ſe fera en ſens contraire.

DE LA TABLE de la DECLINAISON du Soleil à chaque dégré de l'Ecliptique.

481. CETTE Table peut être d'un grand uſage dans la Gnomonique ; elle eſt eſſentielle dans le calcul de celles des hauteurs du Soleil, dont nous parlerons bientôt : elle en eſt la baſe & le fondement, de même que de quantité d'autres calculs, puiſqu'il faut ſouvent ſçavoir la diſtance du Soleil à l'Equateur, ce qu'on appelle *la déclinaiſon du Soleil.* On en a principalement beſoin lorſqu'on veut trouver la place des ſignes ſur les Méridiennes du temps moyen, &c. Cette Table eſt calculée pour l'obliquité de l'Ecliptique de 23 dégrés 28 minutes & 20 ſecondes. Il faut obſerver qu'il ne s'y agit pas de la déclinaiſon du Soleil à Midi, ni à aucune autre heure particuliere, mais telle quelle eſt en elle-même, lorſque le Soleil entre dans chaque dégré de chaque ſigne.

La premiere colomne contient les dégrés des ſignes poſés en haut de la Table, & ces dégrés ſe comptent de haut en bas. La derniere colomne à droite contient les dégrés des ſignes écrits au bas de la

Table; ils ſe comptent de bas en haut: ceux-ci ont la même déclinaiſon que ceux-là. Il eſt néceſſaire de remarquer que tous les ſignes tant du haut que du bas de la Table, qui ont la lettre A, ſont méridionaux; car la lettre A ſignifie Auſtral ou méridional; & tous ceux qui ont la lettre B ſont les ſeptentrionaux; la lettre B ſignifie Boréal ou ſeptentrional. Les ſignes poſés au bas de la Table ont leurs dégrés à la derniere colomne, & ſe liſent de bas en haut; au lieu que les ſignes poſés au haut de la Table ont leurs dégrés à la premiere colomne, & ſe liſent de haut en bas.

DES QUATRE TABLES DE LA déclinaiſon du Soleil à Midi au Méridien de Paris.

482. Nous avons déjà dit quelque choſe de l'uſage de ces Tables dans l'art. 189: nous les expliquerons ici plus particulierement, ſans pourtant répéter ce que nous y avons enſeigné; on fera bien de relire cet article.

Ces Tables ſont priſes des Ephémerides de M. de La Caille, de l'Académie des Sciences de Paris, aux années 1761, 1762, 1763 & 1764: elles pourront ſervir, ſans erreur ſenſible, pendant 20 ou 30 années. On trouvera en tête de chacune les années auxquelles elles doivent ſervir.

Quoique ces Tables ne ſoient calculées que pour le Méridien de Paris, on peut cependant les regarder comme faites pour tous les Méridiens contenus dans toute la France. La différence des Méridiens n'y eſt pas aſſez conſiderable pour cauſer une erreur ſenſible dans la déclinaiſon du Soleil: quatre ou cinq dégrés de longitude n'eſt pas quelque choſe à laquelle

il faille avoir égard. Il n'y auroit que quelque ſeconde de dégré de différence, qu'on ne fait point entrer dans le calcul en fait de Gnomonique.

La raiſon pour laquelle on eſt obligé d'avoir quatre Tables de la déclinaiſon du Soleil, eſt que cet aſtre partant, par exemple, du premier point du Bélier, un certain jour, à certaine heure de l'année, il s'en faut de ſix heures ou environ qu'il ne revienne après 365 jours au même premier point du Bélier, à pareil jour, puiſque après quatre ans il faut ajouter un jour; ce qui fait l'année biſſextile. Par-là le Soleil ſe trouvant retardé de 6 heures chaque année, ſa déclinaiſon doit être différente; ainſi il eſt néceſſaire d'avoir les quatre Tables que nous avons données.

483. Quoique ces Tables puiſſent ſervir, ſans erreur ſenſible, pour bien des pays aux environs de la France, comme pour toute l'Eſpagne, l'Angleterre, la Hollande, l'Allemagne, &c. cependant, ſi on vouloit y regarder de plus près, voici la maniere de réduire la déclinaiſon du Soleil au Méridien de Paris, pour tout autre Méridien que celui-là.

Suppoſons que l'on veuille ſçavoir la déclinaiſon du Soleil à Midi au Méridien de Rome, le 23 Mars 1759; je vois d'abord que cette année 1759 eſt la troiſieme après la biſſextile. Je cherche dans la troiſieme Table quelle eſt la déclinaiſon du Soleil ce jour-là au Méridien de Paris, je la trouve d'un dégré 2 minutes; & celle du jour d'auparavant, qui eſt le 21, je la trouve dans la même Table de 0 dégré & 39 minutes. La différence entre ces deux déclinaiſons eſt donc de 23 minutes, parce qu'en ôtant 39 minutes d'un dégré 2 minutes, il reſte 23 minutes. Je remarque auſſi que la déclinaiſon du Soleil eſt pour lors boréale ou ſeptentrionale, & qu'elle va en croiſſant, parce que le Soleil s'éloigne pour lors de l'Equateur. Je remarque encore que depuis le Midi

du 21 Mars juſqu'au Midi du 22, la déclinaiſon du Soleil a augmenté de 23 minutes, comme nous venons de le voir. Cela poſé, on fera une regle de trois, diſant, ſi 360 dégrés donnent 23 minutes de différence dans la déclinaiſon du Soleil, depuis le Midi du 21 Mars juſqu'au Midi du 23, c'eſt-à-dire, dans 24 heures, combien donneront 10 dégrés 9 minutes, qui ſont la différence des Méridiens ou des longitudes, entre le Méridien de Paris & celui de Rome; on expoſera ainſi cette regle de trois :

360. 23:: 10 dég. 9 min. eſt au quatrieme terme.

ce qui veut dire 360 ſont à 23, comme 10 dégrés 9 minutes ſont au quatrieme terme que nous cherchons.

Il faut d'abord multiplier les deux termes moyens, l'un par l'autre, qui ſont 10 dég. 9 min. & 23 min.; & comme le 3^e^ terme 10 dég. 9 min. contient des dégrés & des minutes, & que le ſecond, 23 minutes, ne contient que des minutes, il faut réduire les 10 dégrés en minutes; ce qui fera 600 minutes, auxquelles il faut ajouter les 9 minutes qui reſtent, ce ſera 609 minutes, qui ſeront le troiſieme terme : je multiplie donc 609 min. par 23 min.; ainſi

609
23
1827
1218
Somme . . . 14007

qui ſeroit encore trop petite pour pouvoir être diviſée par le premier terme qu'il faudra auſſi réduire en minutes. Il faut réduire ces 14007 minutes en ſecondes, en les multipliant par 60; ainſi

14007
60

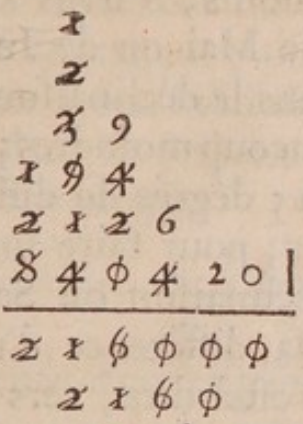
840420 ſecondes.

Voilà donc 840420 ſecondes, qu'il faut diviſer par

le premier terme 360 dégrés, qu'on réduira auparavant en minutes, en les multipliant par 60; ainsi

360
60

21600 min.



Nous voyons que le quotient de cette division est 38 secondes, ou, pour mieux dire, près de 39, à cause de ce qui reste.

Nous avons déjà remarqué que la déclinaison du Soleil le 23 Mars est croissante, c'est-à-dire, qu'elle va en augmentant. Or dans ce cas, il faut soustraire ces 39 secondes de la déclinaison du Soleil à Paris, que nous avons vû être d'un dégré 2 minutes: restera un dégré une minute & 21 secondes pour la déclinaison du Soleil à Midi au Méridien de Rome. Mais si le lieu dont on veut sçavoir la déclinaison du Soleil étoit occidentale, il faudroit ajouter ces 39 secondes.

Lorsque la déclinaison du Soleil est décroissante, c'est-à-dire, qu'elle va en diminuant, comme depuis le mois de Septembre jusqu'au mois de Mars, il faut soustraire pour les lieux occidentaux, & ajouter pour les lieux orientaux.

484. Nous remarquerons que pour changer la déclinaison du Soleil d'une minute entiere, il faudroit que la différence des Méridiens fût de 15 dégrés; ainsi il est évident que ces Tables peuvent servir, sans erreur sensible, non seulement pour toute la

France, mais encore pour pluſieurs Royaumes des environs, ſans y rien changer, ſurtout lorſque le Soleil ſera un peu éloigné de l'Equateur; car, ſelon le calcul que nous venons de faire, dont le réſultat a été d'environ 39 ſecondes de correction, nous en aurions trouvé beaucoup moins, ſi nous avions pris quelques jours du mois de Mai ou de Juin, parce qu'alors les différences, dans la déclinaiſon du Soleil d'un jour à l'autre, ſont beaucoup moindres; & quand nous avons dit qu'il faut 15 dégrés de différence de longitude ou de Méridiens, pour faire une minute de changement dans la déclinaiſon du Soleil, cela doit s'entendre, lorſque ſa différence d'un jour à l'autre eſt la plus grande, c'eſt-à-dire, vers les Equinoxes. Ainſi on pourroit ſeulement faire ce calcul, & cette correction dans ce cas, & lorſque la différence des Méridiens ſera aſſez conſiderable.

Des Tables des hauteurs du Soleil, dans toutes les heures du jour, pour différentes latitudes.

485. Nous avons donné neuf de ces Tables nouvellement calculées pour les hauteurs du pôle 43 dégrés, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, & pour la latitude particuliere de Paris 48 dégrés 51 minutes. Ces latitudes réunies comprennent toute l'étendue de la France. Si l'on vouloit ſe ſervir de quelqu'une de ces Tables dans quelque lieu dont la latitude ſe trouvât un peu différente, on prendroit toujours la plus approchante; ſi, par exemple, on vouloit faire un Cadran, par les hauteurs du Soleil, dans un lieu qui auroit 43 dégrés 30 minutes de hauteur du pôle, on n'auroit qu'à voir la différence de chaque hauteur du Soleil entre le 43^{e} & le 44^{e} dé-

gré de latitude ; & ajoutant la moitié de cette différence à chaque hauteur du 43^{e} dégré, on auroit la hauteur du Soleil pour le 43^{e} dégré & demi de latitude. Si cette latitude se trouvoit de 43 dégrés 45 minutes, il faudroit ajouter au 43^{e} dégré les trois quarts de la différence qui se trouve entre le 43^{e} & le 44^{e} dégré de latitude ; ainsi des autres proportions. Comme nous avons suffisamment expliqué l'usage de ces Tables dans la Section II, Chap. X, nous n'en dirons pas davantage.

De la Table des angles horaires du Cadran horisontal.

486. Nous avons parlé assez au long dans la Section II, chap. IV, du calcul des angles horaires du Cadran horisontal. Nous y avons enseigné non seulement à se servir de la Table, mais encore à la faire soi-même. Mais pour épargner la peine de faire ce calcul, nous donnons un nombre de Tables calculées de 10 en 10 min. de dégré pour plusieurs élévations du pôle, qui peuvent servir bien au-delà de l'étendue de la France : elles ne sont que de quart en quart d'heure. Si on les vouloit de 5 en 5 minutes, on pourroit les calculer soi-même, comme nous l'avons enseigné ; ce qui est dans les Tables sera toujours autant de fait. Si la latitude où l'on veut faire le Cadran se trouvoit, par exemple, de 44 dégrés 5 minutes, ce qui n'est point dans aucune des Tables que nous donnons, il faudroit prendre la moitié de la différence de chaque angle horaire, entre le 44^{e} dégré de latitude & le 44^{e} dégré 10 minutes ; & on ajouteroit cette moitié de la différence à chaque angle horaire de la Table faite pour le 44^{e} dégré de latitude.

De la Table du nombre des secondes dont une Pendule doit avancer ou retarder chaque jour.

487. Nous avons expliqué assez au long l'usage de cette Table, page 309; nous croyons qu'il seroit inutile d'en parler davantage.

De la Table de l'équation du temps, calculée pour chaque dégré de l'Ecliptique.

488. Cette Table est dans le fond la même que celle de la page 202; toute la différence qu'il y a, c'est que celle que nous donnons à la fin de ce Traité, marque le nombre des minutes & des secondes d'équation convenable à chaque dégré de l'Ecliptique ou des signes du Zodiaque; & celle de la page 202 ne les indique que de trois en trois dégrés de chaque signe: mais si on vouloit construire une Méridienne du temps moyen, & que l'on voulût y marquer les signes de deux en deux dégrés, pour une plus grande précision, ou bien de 5 en 5, ou autrement, il faudroit pour lors se servir de cette Table; en ce cas, celle de la page 202, seroit inutile.

489. Dans cette derniere Table on n'a point marqué la déclinaison du Soleil correspondante aux dégrés des signes, puisqu'elle est la même que le montre la Table intitulée: *De la déclinaison du Soleil pour tous les dégrés de l'Ecliptique.* On y trouvera seulement l'équation du temps convenable à chaque dégré des signes; cette équation est marquée en mi-

nutes & ſecondes : on n'aura qu'à réduire les minutes en ſecondes, dont on prendra le cinquieme, &c. comme il eſt expliqué, Chap. IX, Sect. IV.

DE LA CARTE DE LA FRANCE.

490. ON remarquera dans cette Carte des lignes droites qui vont du Septentrion au Midi, ou du haut en bas ; & d'autres qui coupent celles-ci à angles droits, & vont de l'Orient à l'Occident, c'eſt-à-dire, de droite à gauche, & ſont courbes. Les premieres repréſentent des Méridiens, & les ſecondes ſont appellées *paralleles*. On remarquera encore des diviſions aux quatre côtés qui terminent la Carte : celles qu'on voit aux bords ſupérieur & inférieur, c'eſt-à-dire, au Septentrion & au Midi, ſont les dégrés & minutes de longitude de cinq en cinq minutes ; & celles qu'on voit à droite & à gauche, c'eſt-à-dire, à l'Orient & à l'Occident, ſont les dégrés & les minutes des latitudes de cinq en cinq minutes. L'intervalle d'un Méridien à l'autre eſt un dégré de longitude ; & la diſtance d'un parallele à l'autre eſt un dégré de latitude.

491. Notre principal deſſein, en donnant cette Carte, a été d'y faire remarquer la latitude des lieux qui ne ſont point dans la *Table des principales villes de l'Europe*. Voici comment on fera pour la trouver : on poſera une pointe d'un compas ordinaire ſur la marque qui repréſente le lieu dont on veut ſçavoir la latitude ; (c'eſt ordinairement un o.) On fera aller l'autre pointe ſur la premiere courbe ou parallele qu'on trouvera au deſſous par le plus court chemin : on portera cette diſtance du compas ainſi ouvert au bord d'un côté de la Carte, ſur les diviſions qu'on y voit, poſant une pointe ſur le bout de

la même courbe ou parallele, & l'autre pointe indiquera ſur ces diviſions, de combien de minutes de dégré eſt la latitude de ce lieu, auxquelles on ajoutera le nombre de dégrés déſigné par le chiffre poſé au bout de cette courbe ou parallele. Mais ſi l'on veut ſçavoir avec plus de préciſion le nombre de minutes de la latitude, on portera l'ouverture du compas ſur l'échelle Géométrique gravée au bas de la Carte, laquelle contient toutes les 60 minutes qui diviſent un dégré de latitude; au lieu que celles qui ſont aux côtés de la Carte ne les déſignent que de cinq en cinq. On trouvera, page 33, la maniere de ſe ſervir d'une échelle Géométrique.

Exemple. Si l'on veut avoir la latitude d'Amboiſe, ville de la Touraine ſur la Loire, on prendra avec un compas la diſtance depuis la marque qui indique la poſition d'Amboiſe juſqu'au parallele prochain & inférieur, qui eſt marqué 47 à droite & à gauche de la Carte; & portant cet intervalle ſur les diviſions à droite ou à gauche, & encore mieux ſur l'échelle Géométrique, on trouvera environ 25 parties, qui ſeront 25 minutes; ainſi la latitude d'Amboiſe ſera reconnue de 47 dégrés 25 minutes.

492. La longitude des lieux, laquelle n'eſt pas ſi néceſſaire dans la Gnomonique, eſt comptée du Méridien de Paris à l'Orient ou à l'Occident. Pour la trouver, on poſera une regle dans la direction des Méridiens, & qui touchera la poſition du lieu dont on voudra avoir la longitude. Cette regle touchant les diviſions ou les graduations ſupérieure & inférieure de la Carte en des points correſpondans, on trouvera facilement la longitude, en comptant ſur ces diviſions, pour chaque intervalle blanc ou noir 5 minutes depuis le Méridien prochain vers Paris. Par exemple, la regle étant poſée pour Amboiſe, comme nous venons de le décrire, elle laiſſera quatre

diviſions depuis le Méridien prochain vers Paris, marqué 1 en haut & en bas, leſquelles vaudront 20 minutes; ainſi la longitude d'Amboiſe ſera d'un dégré 20 minutes à l'Occident de Paris.

493. La connoiſſance de la longitude des lieux peut être fort utile en bien des occaſions. Nous n'en parlerons ici que relativement aux Horloges. Une Montre qui ſeroit parfaitement reglée, & qu'un Voyageur auroit miſe exactement à l'heure en partant de Paris, doit, en arrivant à Amboiſe, avancer de 5 minutes 20 ſecondes, parce que le Soleil employe 4 minutes à parcourir un dégré de longitude. A Breſt, la Montre avanceroit de $27' 24''$: au contraire la Montre retarderoit à Strasbourg de $21' 45''$.

494. On peut encore, au moyen de cette Carte, trouver les diſtances reſpectives des différens lieux qui y ſont compris, en ſe ſervant de l'échelle convenable. Par exemple, pour avoir la diſtance de Paris à Tours, on prendra avec le compas l'intervalle compris entre ces deux villes. On portera cette ouverture ſur l'échelle; on trouvera environ 37 lieues d'une heure de chemin, ou de 20 au dégré. On trouvera que de Strasbourg à Stutgard, il y a 13 à 14 milles d'Allemagne, en ſe ſervant de l'échelle des milles d'Allemagne; ainſi des autres.

495. On doit remarquer qu'il peut ſouvent arriver que le chemin qu'un Voyageur doit parcourir pour aller d'un lieu à un autre, ſera beaucoup plus long que leur diſtance trouvée dans la Carte, à cauſe des détours qu'il ſera obligé de faire. Cette diſtance qu'on prend ainſi avec le compas, eſt toujours ſuppoſée en droite ligne. Mais il faudra y ajouter, pour le Voyageur, environ un cinquieme de plus dans les pays plats, & environ un quart de plus dans les pays de montagnes. Par exemple, on a trouvé dans la Carte la diſtance de Paris à Tours d'environ 37 lieues, il

faudra y ajouter environ 7 lieues, qui font le cinquieme de 37; cette distance sera donc d'environ 44 lieues. Le chemin de Paris à Tours est dans un pays plat; s'il eût été dans des montagnes, il auroit fallu ajouter 9 lieues au lieu de 7.

TABLE de la différence des Méridiens, en heures & dégrés, entre l'Observatoire Royal de Paris & les principaux Lieux de la Terre, avec leurs latitudes ou hauteurs du Pôle.

NOMS DES LIEUX.	Différence des Méridiens. en temps. H. M. S.	Différence des Méridiens. en degr. D. M.	Latitudes ou hauteurs du Pôle. D. M. S.
Abbeville.	0* 2 1 *oc.*	0 30	50* 7 1 S.
Abo, *Finlande.* . . .	1† 19 34 *or.*	19 52	60† 27 10
Agde.	0* 4 33 *or.*	1 8	43* 18 57
Agen.	0* 6 57 *oc.*	1 44	44* 12 7
Agra, *du Mogol.* . . .	4† 57 36 *or.*	74 24	26† 43 0
Aix, *en Provence.* . . .	0* 12 25 *or.*	3 7	43* 31 35
Alby.	0* 0 45 *oc.*	0 11	43* 55 44
Alençon.	0 9 0 *oc.*	2 15	48 25 0
Alep, *de Syrie.* . . .	2 20 0 *or.*	35 0	35† 45 23
Alexandrette. . . .	2* 16 0 *or.*	34 0	36* 35 10
Alexandrie, *Egypte.* .	1* 51 46 *or.*	27 57	31* 11 20
Alger.	0 0 29 *oc.*	0 7	36* 49 30
Amiens.	0* 0 8 *oc.*	0 2	49* 53 38
Amsterdam.	0 10 36 *or.*	2 39	52* 22 45
Ancone	0* 44 42 *or.*	11 11	43* 37 54
Angers.	0* 11 35 *oc.*	2 54	47* 28 8
Angoulême. . . .	0* 8 45 *oc.*	2 11	45* 39 3
Antibe.	0* 19 14 *or.*	4 49	43* 34 50
Anvers.	0* 8 17 *or.*	2 4	51* 13 15
Archangel.	2* 26 20 *or.*	36 35	64 34 0
Arles.	0* 9 12 *or.*	2 18	43* 40 33
Arras.	0* 1 45 *or.*	0 26	50* 17 30
Avignon.	0* 9 54 *or.*	2 29	43* 57 25
Avranches.	0* 14 51 *oc.*	3 43	48* 41 18
Aurillac.	0* 0 28 *or.*	0 7	44* 55 10
Auch.	0* 7 20 *oc.*	1 45	43* 38 46
Autun.	0* 7 52 *or.*	1 58	46* 56 46
Auxerre.	0* 4 57 *or.*	1 14	47* 47 54
Barcelone.	0 0 28 *oc.*	0 7	41† 26 0
Basle.	0 21 0 *or.*	5 15	47 55 0 S.

NOMS DES LIEUX.	Différence des Méridiens en temps. H. M. S.				en dégr. D. M.		Latitudes ou hauteurs du Pôle. D. M. S.			
Bayeux.	0*	12	11	*oc.*	3	3	49*	16	30	
Bayonne. . . .	0*	15	20	*oc.*	3	50	43*	29	21	
Beauvais. . . .	0*	1	1	*oc.*	0	15	49*	26	2	
Berlin.	0*	44	25	*or.*	11	6	52*	32	30	
Beſançon. . . .	0*	14	50	*or.*	3	43	47*	13	45	
Beziers.	0*	3	30	*or.*	0	53	43*	20	41	
Blois.	0*	4	1	*oc.*	1	0	47*	35	19	
Bologne, *Ste Petrone.* .	0*	36	5	*or.*	9	1	44*	29	36	
Bordeaux. . . .	0*	11	39	*oc.*	2	55	44*	50	18	
Boulogne, *Picardie.* .	0*	2	53	*oc.*	0	43	50*	43	31	
Bourges. . . .	0*	0	14	*or.*	0	3	47*	4	58	
Breſlaw, *Sileſie.* . .	0*	59	15	*or.*	14	48	51*	3	0	
Breſt.	0*	27	23	*oc.*	6	51	48*	23	0	
Bruxelles. . . .	0*	8	7	*or.*	2	2	50*	51	0	
Buenos-Ayres. . . .	4*	3	25	*oc.*	60	51	34*	35	26	M.
Cadiz.	0*	33	25	*oc.*	8	21	36†	31	7	S.
Caen.	0*	10	47	*oc.*	2	42	49*	11	10	
le Caire, *Egypte.* . .	1*	56	25	*or.*	29	6	30*	2	30	
Cahors.	0*	3	33	*oc.*	0	53	44*	26	4	
Calais.	0*	1	56	*oc.*	0	29	50*	57	31	
Cambray.	0*	3	35	*or.*	0	54	50*	10	30	
Candie.	1*	31	52	*or.*	22	58	35*	18	45	
Cap de Bonne-Eſpér. .	1*	4	40	*or.*	16	10	33*	55	15	M.
Cap Vert.	1*	18	0	*oc.*	19	30	14*	43	0	S.
Carcaſſonne . . .	0*	0	3	*or.*	0	1	43*	12	51	
Cartagêne, *Amérique.*	5*	11	5	*oc.*	77	46	10*	26	35	
Caſtres	0*	0	21	*oc.*	0	5	43*	37	10	S.
Caye S. Louis, *Amériq.*	5*	1	44	*oc.*	75	26	18*	19	0	
Cayenne, *Amérique.* .	3*	38	20	*oc.*	54	35	4*	56	0	
Châlons *ſur Marne.* .	0*	8	9	*or.*	2	2	48*	57	12	
Châlon-*ſur-Saône.* .	0*	10	6	*or.*	2	31	46*	46	50	
Chandernagor. . . .	5*	44	37	*or.*	86	9	22*	51	26	
Chartres.	0*	3	24	*oc.*	0	51	48*	26	49	
Cherbourg.	0*	15	53	*oc.*	3	58	49*	38	26	
Civita-Vecchia. . .	0*	37	45	*or.*	9	26	42*	5	24	

NOMS DES LIEUX.	Différence des Méridiens. en temps. H. M. S.				en dégr. D. M.		Latitudes ou hauteurs du Pôle. D. M. S.			
Clermont, *Auvergne.*	0*	3	0	or.	0	45	45*	46	45	
Cologne.	0	19	0	or.	4	45	50	55	0	
la Conception, *Amérique.*	5*	0	0	oc.	75	0	36*	42	53	M.
Condom.	0*	7	53	oc.	1	58	43*	57	55	S.
Conſtantinople.	1*	46	14	or.	26	34	41*	0	0	
Coppenhague.	0*	41	41	or.	10	25	55	40	45	
Coutances.	0*	15	10	oc.	3	47	49*	2	50	
Cracovie.	1	10	0	or.	17	30	50	10	0	
Dantzic.	1*	4	44	or.	16	11	54†	22	0	
Dax.	0*	13	36	oc.	3	24	43*	42	23	
Dieppe.	0*	5	3	oc.	1	16	49*	55	17	
Dijon.	0*	10	50	or.	2	42	47*	19	22	
Dol, *Bretagne.*	0*	16	25	oc.	4	6	48*	33	9	
Dunkerque.	0*	0	10	or.	0	2	51*	2	4	
Edimbourg.	0	21	41	oc.	5	25	55	58	0	
Embrun.	0*	16	36	or.	4	9	44*	34	0	
Erzerom, *Arménie.*	3†	5	3	or.	46	16	39†	56	35	
Evreux.	0*	4	45	oc.	1	11	49*	1	24	
Ferrare.	0†	37	5	or.	9	20	44*	54	0	
La Flêche.	0*	9	52	oc.	2	28	47*	42	0	
Florence.	0*	34	48	or.	8	42	43*	46	30	
Francfort.	0	25	26	or.	6	21	50	6	10	S.
Fréjus.	0*	17	39	or.	4	25	43*	26	3	
Gand.	0*	5	35	or.	1	24	51*	3	0	
Gap.	0*	14	58	or.	3	44	44*	35	9	
Gênes.	0*	25	3	or.	6	16	44*	25	0	
Geneve.	0†	17	0	or.	4	0	46†	12	0	
Goa, *Indes.*	4*	45	40	or.	71	25	15*	31	0	
Gothebourg, *Suede.*	0†	37	15	or.	9	19	57†	42	0	
Granville.	0*	15	48	oc.	3	57	48*	50	11	
Graſſe.	0*	18	24	or.	4	36	43*	39	25	
Greenwich.	0*	9	10	oc.	2	18	51*	28	30	
Grenoble.	0*	13	32	or.	3	24	45*	11	49	
Jeruſalem	2	12	0	or.	33	0	31	50	0	
Ingolſtadt.	0*	36	10	or.	9	2	48*	46	0	

NOMS DES LIEUX.	Différence des Méridiens. en temps. H. M. S.			en dégr. D. M.	Latitudes ou hauteurs du Pôle. D. M. S.	
Iſle de l'Aſcenſion. .	1*	5	16 oc.	16 19	7* 57 0	M.
Iſle de Bourb. *S. Denis.*	3*	32	40 or.	53 10	20* 51 43	
Iſle de Fer, *au Bourg.*	1*	19	35 oc.	19 54	27* 47 20	S.
Iſle de Fr., *P.-Louis.*	3*	40	32 or.	55 8	20* 9 45	M.
Iſpahan, *Perſe.* . .	3	22	0 or.	50 30	32* 25 0	S.
Kebec, *Canada.* . .	4*	48	52 oc.	72 13	46* 55 0	
Landau. . . .	0*	23	10 or.	5 48	49* 11 40	
Langres. . . .	0*	11	58 or.	2 59	47* 52 17	
Laon. . . .	0*	5	10 or.	1 17	49* 33 52	
Lauſane. . . .	0*	17	41 or.	4 25	46* 31 5	
Lectoure. . . .	0*	6	52 oc.	1 43	43* 56 2	
Leipſick. . .	0*	40	0 or.	10 0	51† 19 14	
Liége.	0	13	0 or.	3 15	50 36 0	
Lille, *Flandres.* . .	0*	2	57 or.	0 44	50* 37 50	
Lima, *Perou.* . .	5*	16	38 oc.	79 10	12* 1 15	M.
Limoges. . . .	0*	4	19 oc.	1 5	45* 49 53	S.
Lisbonne. . . .	0*	45	50 oc.	11 18	38* 42 20	
Liſieux.	0	8	20 oc.	2 5	49 11 0	S.
Louisbourg. . . .	4*	9	0 oc.	62 15	45* 53 45	
Londres. . . .	0*	9	41 oc.	2 25	51* 31 0	
Luçon.	0*	14	2 oc.	3 31	46* 27 14	
Lunde, *Scanie.* . .	0†	44	5 or.	11 1	55† 41 36	
Lyon.	0*	9	59 or.	2 30	45* 45 51	
Macao, *Chine.* . .	7*	25	45 or.	111 26	22* 12 44	
Madrid.	0*	24	18 oc.	6 5	40* 25 0	
Malaca, *Indes.* . .	6*	39	0 or.	99 45	2* 12 0	
Malines.	0*	8	35 or.	2 9	51* 1 50	
Malte.	0*	48	34 or.	12 10	35* 54 0	
Manille, *Indes.* . .	7	52	0 or.	118 0	14 30 0	
Marſeille. . . .	0*	12	9 or.	3 2	43* 17 45	
Martiniq. *Cul de ſac. rob.*	4*	13	15 oc.	63 19	14* 43 9	
Mayence. . . .	0	24	0 or.	6 0	49 54 0	
Meaux.	0*	2	10 or.	0 33	48* 57 37	
Mende.	0*	4	38 or.	1 10	44* 30 47	
Menin	0*	3	9 or.	0 47	50* 47 40	

NOMS DES LIEUX.	Différence des Méridiens. en temps. H. M. S.				en dégr. D. M.		Latitudes ou hauteurs du Pôle. D. M. S.			
Metz.	0*	15	24	or.	3	51	49*	7	5	
Mexique, *Amérique.*	7†	4	0	oc.	106	0	20†	0	0	
Milan.	0	28	0	or.	7	0	45	25	0	
Modene.	0†	35	30	or.	8	53	44	34	0	
Mons.	0*	6	29	or.	1	37	50*	27	10	
Montpellier.	0*	6	11	or.	1	33	43*	36	33	
Moſcow.	2*	21	45	or.	35	26	55*	45	20	
Moulins.	0*	4	0	or.	1	0	46*	34	4	
Munich.	0	37	0	or.	9	15	48	2	0	
Namur.	0*	10	6	or.	2	32	50*	28	0	
Nancy.	0*	15	26	or.	3	52	48*	41	28	
Nantes.	0*	15	35	oc.	3	54	47*	13	17	
Naples.	0*	47	35	or.	11	54	40†	50	45	
Narbonne.	0*	2	41	or.	0	40	43*	11	13	S.
Nevers.	0*	3	18	or.	0	49	46*	59	13	
Nice.	0*	19	49	or.	4	57	43*	41	54	
Nieuport.	0*	1	40	or.	0	25	51*	7	41	
Niſmes.	0*	8	5	or.	2	1	43*	50	35	
Nouvelle Orléans.	6*	9	15	oc.	92	19	29*	57	45	
Noyon.	0*	2	43	or.	0	41	49*	34	37	
Nuremberg	0*	34	56	or.	8	44	49†	26	55	
Olinde, *Bréſil.*	2	30	0	oc.	37	30	8	13	0	M.
Orange.	0*	9	44	or.	2	26	44*	9	17	S.
Orléans.	0*	1	43	oc.	0	26	47*	54	4	
Oſtende.	0*	2	20	or.	0	35	51*	13	55	
Padoue.	0*	38	22	or.	9	36	45*	22	26	
Paris, *à l'Obſervatoire.*	0*	0	0	*	0	0	48*	50	10	
Pau, *en Bearn.*	0*	9	56	oc.	2	29	43†	15	0	
Pekin, *Chine.*	7*	36	10	or.	114	3	39*	54	0	
Perigueux.	0*	6	28	oc.	1	37	45*	11	10	
Perpignan.	0*	2	16	or.	0	34	42*	41	55	
S. Petersbourg.	1*	52	0	or.	28	0	59*	56	0	
Pezenas.	0	4	32	or.	1	8	43	26	40	
Pic des Açores.	2	2	0	oc.	30	30	38	35	0	
Pic de Tenerif.	1*	15	28	oc.	18	52	28*	12	54	

NOMS DES LIEUX.	Différence des Méridiens. en temps. H.	M.	S.		en dégr. D.	M.	Latitudes ou hauteurs du Pôle. D.	M.	S.	
Poitiers.	0*	8	0	oc.	2	0	46*	35	0	
Pondichery	5*	9	50	or.	77	28	11*	56	30	
Portobelo, *Amérique.*	5*	28	40	oc.	82	10	9*	33	5	
le Puy.	0*	6	13	or.	1	33	45*	25	2	
Quanton, *Chine.*	7*	22	53	or.	110	43	23*	8	0	
Quinper.	0*	25	50	oc.	6	27	47*	58	24	
Quitto.	5*	21	0	oc.	80	15	0*	13	17	M.
Reims.	0*	6	52	or.	1	43	49*	14	36	S.
Rennes.	0*	16	8	oc.	4	2	48*	6	55	
Rimini.	0*	40	57	or.	10	14	44*	3	43	M.
Rio-Janeïro.	3*	0	20	oc.	45	5	22	54	10	S.
la Rochelle.	0*	14	23	oc.	3	36	46*	9	43	
Rhodez.	0*	0	57	or.	0	14	44*	21	0	
Rome, *à S. Pierre.*	0*	40	37	or.	10	9	41*	54	11	
Rouen.	0*	4	59	oc.	1	15	49*	26	23	
Saintes.	0*	11	56	oc.	2	59	45*	44	43	
Saint-Brieux.	0*	20	13	oc.	5	3	48*	31	21	
Saint-Flour.	0*	3	2	or.	0	46	45*	1	55	
Saint-Malo.	0*	17	29	oc.	4	22	48*	38	59	
Sainte-Marthe. *Amér.*	5	5	38	oc.	76	25	11	26	40	
Saint-Omer.	0*	0	20	oc.	0	5	50*	44	46	
Saint Paul de Léon.	0*	25	21	oc.	6	20	48*	40	55	
Salonique.	1*	23	12	or.	20	48	40*	41	10	
Seez	0*	8	41	oc.	2	10	48*	36	21	
Senlis.	0*	1	0	or.	0	15	49*	12	23	
Sens.	0*	3	48	or.	0	57	48*	11	56	
Siam, *Indes.*	6*	34	0	or.	98	30	14*	18	0	
Sisteron.	0*	14	24	or.	3	36	44*	11	21	
Smyrne.	1*	39	59	or.	25	0	38*	28	7	
Soissons.	0*	3	58	or.	0	59	49*	22	32	
Stockolm.	1*	3	0	or.	15	45	59†	20	0	
Strasbourg	0*	21	45	or.	5	26	48*	34	35	
Surate.	4	40	0	or.	70	0	21†	10	0	
Tarbe.	0*	9	6	oc.	2	16	43*	14	2	
Tolede.	0	22	40	oc.	5	40	39	50	0	

NOMS DES LIEUX.	Différence des Méridiens. en temps. H. M. S.				en dégr. D. M.		Latitudes ou hauteurs du Pôle. D. M. S.			
Tornea. . . .	1*	27	30	or.	21	53	65*	50	50	
Toul.	0*	14	15	or.	3	34	48*	40	27	
Toulon.	0*	14	26	or.	3	37	43*	7	24	
Toulouſe.	0*	3	35	oc.	0	54	43*	35	54	
Tours.	0*	6	35	oc.	1	39	47*	23	44	S.
Treguier.	0*	22	21	oc.	5	35	48*	46	45	
Tripoli, *Barbarie.* .	0*	43	1	or.	10	45	32*	53	40	
Troyes.	0*	7	0	or.	1	45	48*	18	2	
Turin.	0*	21	20	or.	5	20	44*	51	30	
Valparais, *Chili.* . .	4*	58	37	oc.	74	39	33*	0	19	M.
Vannes.	0*	20	26	oc.	5	6	47*	39	14.	S.
Varſovie.	1	15	0	or.	18	45	52†	14	0	
Vence.	0*	19	10	or.	4	47	43*	43	16	
Veniſe.	0*	38	58	or.	9	45	45†	25	0	
Verdun.	0*	12	11	or.	3	3	49*	9	18	
Veronne.	0*	35	54	or.	8	59	45*	26	26	
Verſailles.	0*	0	51	oc.	0	13	48*	48	18	
Vienne, *Autriche.* .	0*	56	10	or.	14	2	48*	12	48	
Viviers.	0*	9	25	or.	2	21	44*	28	54	
Upſal.	1*	1	30	or.	15	24	59*	51	50	
Uranibourg. . . .	0*	42	10	or.	10	33	55*	54	15	
Wirtemberg, *Saxe* .	0*	40	54	or.	10	14	51*	43	10	
Ylo, *au Perou.* . .	4*	54	12	oc.	73	33	17*	36	15	M.
Ypres.	0*	2	12	or.	0	33	50*	51	5	S.

Premiere Table des Cordes depuis 1 dégré juſqu'à 90 dégrés, pour un rayon de 2000 parties.

1	34. 9	31	1068. 9	61	2030. 1
2	69. 8	32	1102. 5	62	2060. 1
3	104. 7	33	1136. 0	63	2090. 0
4	139. 6	34	1169. 5	64	2119. 7
5	174. 5	35	1202. 8	65	2149. 2
6	209. 4	36	1236. 0	66	2178. 6
7	244. 2	37	1269. 2	67	2207. 8
8	279. 0	38	1302. 3	68	2236. 8
9	313. 8	39	1335. 2	69	2265. 6
10	348. 6	40	1368. 1	70	2294. 3
11	383. 4	41	1400. 8	71	2322. 8
12	418. 1	42	1433. 5	72	2351. 1
13	452. 8	43	1466. 0	73	2379. 3
14	487. 5	44	1498. 4	74	2407. 3
15	522. 1	45	1530. 7	75	2435. 1
16	556. 7	46	1562. 9	76	2462. 6
17	591. 2	47	1595. 0	77	2490. 0
18	625. 7	48	1626. 9	78	2517. 3
19	660. 2	49	1658. 8	79	2544. 3
20	694. 6	50	1690. 5	80	2571. 1
21	728. 9	51	1722. 0	81	2597. 8
22	763. 2	52	1753. 5	82	2624. 2
23	797. 5	53	1884. 8	83	2650. 5
24	831. 7	54	1816. 0	84	2676. 5
25	865. 8	55	1847. 0	85	2702. 4
26	899. 8	56	1877. 9	86	2728. 0
27	933. 8	57	1908. 6	87	2753. 4
28	967. 7	58	1939. 2	88	2778. 6
29	1001. 5	59	1969. 7	89	2803. 6
30	1035. 2	60	2000. 0	90	2828. 4

Seconde Table des Cordes depuis 1 *dégré juſqu'à* 90 *dégrés, pour un rayon de* 3000 *parties.*

1	52. 3	31	1603. 4	61	3045. 3
2	104. 7	32	1653. 8	62	3090. 4
3	157. 1	33	1704. 1	63	3135. 1
4	209. 4	34	1754. 2	64	3179. 7
5	261. 7	35	1804. 2	65	3224. 1
6	314. 0	36	1854. 1	66	3268. 2
7	366. 3	37	1903. 8	67	3312. 0
8	418. 5	38	1953. 4	68	3355. 2
9	470. 7	39	2002. 8	69	3398. 4
10	522. 9	40	2052. 1	70	3441. 4
11	575. 1	41	2101. 2	71	3484. 2
12	627. 2	42	2150. 2	72	3526. 5
13	679. 2	43	2199. 0	73	3568. 8
14	731. 2	44	2247. 6	74	3510. 8
15	783. 1	45	2296. 1	75	3652. 5
16	835. 0	46	2344. 4	76	3693. 9
17	886. 8	47	2392. 5	77	3735. 0
18	938. 6	48	2440. 4	78	3775. 8
19	990. 3	49	2488. 1	79	3816. 3
20	1041. 9	50	2535. 7	80	3856. 5
21	1093. 4	51	2583. 1	81	3896. 5
22	1144. 8	52	2630. 3	82	3936. 3
23	1196. 2	53	2677. 2	83	3975. 8
24	1247. 5	54	2723. 9	84	4014. 9
25	1298. 6	55	2770. 5	85	4053. 6
26	1339. 7	56	2816. 8	86	4092. 0
27	1400. 7	57	2862. 9	87	4130. 1
28	1451. 5	58	2908. 8	88	4167. 9
29	1502. 3	59	2954. 5	89	4205. 4
30	1552. 9	60	3000. 0	90	4242. 6

Table des réfractions du Soleil.

Hau. D.	Réfract. M. S.	Hau. D.	Réfract. M. S.	Hau. D.	Réfract. M. S.
0	32. 20	31	1. 38	61	0. 33
1	27. 56	32	1. 34	62	0. 31
2	21. 4	33	1. 30	63	0. 30
3	16. 6	34	1. 27	64	0. 28
4	12. 48	35	1. 23	65	0. 27
5	10. 32	36	1. 20	66	0. 26
6	8. 55	37	1. 18	67	0. 25
7	7. 44	38	1. 15	68	0. 24
8	6. 47	39	1. 12	69	0. 22
9	6. 4	40	1. 10	70	0. 21
10	5. 28	41	1. 7	71	0. 20
11	4. 58	42	1. 5	72	0. 19
12	4. 12	43	1. 3	73	0. 18
13	4. 32	44	1. 1	74	0. 17
14	3. 54	45	0. 59	75	0. 16
15	3. 38	46	0. 58	76	0. 14
16	3. 24	47	0. 56	77	0. 13
17	3. 11	48	0. 54	78	0. 12
18	3. 0	49	0. 52	79	0. 11
19	2. 49	50	0. 50	80	0. 10
20	2. 39	51	0. 49	81	0. 9
21	2. 31	52	0. 47	82	0. 8
22	2. 25	53	0. 45	83	0. 7
23	2. 18	54	0. 43	84	0. 6
24	2. 12	55	0. 41	85	0. 5
25	2. 6	56	0. 40	86	0. 4
26	2. 0	57	0. 38	87	0. 3
27	1. 55	58	0. 37	88	0. 2
28	1. 51	59	0. 35	89	0. 1
29	1. 46	60	0. 34	90	0. 0
30	1. 42				

Table du rapp. des deg. aux temps.

D. M.	H. M. M. S.	D. M.	H. M. M. S.	D. M.	H. M. M. S.
1	0 4	31	2 4	61	4 4
2	0 8	32	2 8	62	4 8
3	0 12	33	2 12	63	4 12
4	0 16	34	2 16	64	4 16
5	0 20	35	2 20	65	4 20
6	0 24	36	2 24	66	4 24
7	0 28	37	2 28	67	4 28
8	0 32	38	2 32	68	4 32
9	0 36	39	2 36	69	4 36
10	0 40	40	2 40	70	4 40
11	0 44	41	2 44	71	4 44
12	0 48	42	2 48	72	4 48
13	0 52	43	2 52	73	4 52
14	0 56	44	2 56	74	4 56
15	1 0	45	3 0	75	5 0
16	1 4	46	3 4	76	5 4
17	1 8	47	3 8	77	5 8
18	1 12	48	3 12	78	5 12
19	1 16	49	3 16	79	5 16
20	1 20	50	3 20	80	5 20
21	1 24	51	3 24	81	5 24
22	1 28	52	3 28	82	5 28
23	1 32	53	3 32	83	5 32
24	1 36	54	3 36	84	5 36
25	1 40	55	3 40	85	5 40
26	1 44	56	3 44	86	5 44
27	1 48	57	3 48	87	5 48
28	1 52	58	3 52	88	5 52
29	1 56	59	3 56	89	5 56
30	2 0	60	4 0	90	6 0

Table des premieres & dernieres heures des Cadrans verticaux déclinans, à la latitude de 49 dégrés.

Les plans qui déclinent du midi à l'orient — Ceſſent d'être éclairés l'après midi

D.	M.		H.	M.
de 90	0	à	Midi.	
de 86	24	à	0	15
de 82	48	à	0	30
de 79	13	à	0	45
de 75	40	à	I	0
de 72	10	à	I	15
de 68	42	à	I	30
de 65	47	à	I	45
de 61	57	à	II	0
de 58	39	à	II	15
de 55	25	à	II	30
de 52	16	à	II	45
de 49	10	à	III	0
de 46	9	à	III	15
de 43	10	à	III	30
de 40	16	à	III	45
de 37	16	à	IV	0

Les plans qui déclinent du midi à l'occident — Commencent à être éclairés avant midi

D.	M.		H.	M.
de 90	0	à	Midi.	
de 86	24	à	XI	45
de 82	48	à	XI	30
de 79	13	à	XI	15
de 75	40	à	XI	0
de 72	10	à	X	45
de 68	42	à	X	30
de 65	47	à	X	15
de 61	57	à	X	0
de 58	39	à	IX	45
de 55	25	à	IX	30
de 52	16	à	IX	15
de 49	10	à	IX	0
de 46	9	à	VIII	45
de 43	10	à	VIII	30
de 40	16	à	VIII	15
de 37	16	à	VIII	0

Les autres plans déclinans du midi à l'orient, ou du midi à l'occident d'une quantité moindre que la plus grande amplitude, qui eſt 37 dégrés 16 minutes, peuvent marquer toutes les heures qui ſont au-deſſous de la ligne horiſontale, qui paſſeroit par le centre du cadran, ou bien toutes les heures qui ne font pas avec la méridienne un angle plus grand que 90 dégrés.

Voyez la Table des termes & matieres contenues en ce Traité, au mot *Amplitude*, où l'on apprendra ce que c'eſt & comment la trouver pour chaque élévation du pôle.

Premiere Table de l'Equation générale, pour ſervir à la correction de la Méridienne, lorſqu'on la trace par des hauteurs correſpondantes du Soleil, dans des jours où ſa déclinaiſon varie ſenſiblement.

Signes.		3 h. 20′	4 h.	4 h. 40′	5 h. 20′	6 h.	6 h. 40′	7 h. 20′	8 h.	8 h. 40′	9 h. 20′	10 h.	
♈	0°	31″	32″	32″	33″	33″	34″	35″	36″	37″	39″	41″	Septentrionaux
Souſtr.	10	30	31	31	32	33	34	35	36	37	39	40	
	20	29	30	30	31	31	32	33	34	36	37	38	
I ♉	0	26	27	27	28	29	30	31	32	33	34	36	
Souſtr.	10	24	24	25	25	26	27	27	28	30	30	32	
	20	21	21	21	22	22	23	23	24	26	26	27	
II ♊	0	16	16	16	17	17	18	18	19	19	20	21	Septentrionaux
	10	11	11	11	12	12	12	13	13	14	14	15	
Souſtr.	20	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	
III ♋	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Addit.	10	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	
	20	11	11	11	12	12	12	13	13	14	14	15	
IV ♌	0	16	16	16	17	17	18	18	19	19	20	21	Septentrionaux
Addit.	10	20	21	21	21	22	22	23	24	25	26	27	
	20	24	24	25	25	26	26	27	28	29	30	31	
V ♍	0	27	27	28	28	29	30	30	31	33	34	35	
Addit.	10	29	29	30	30	31	32	33	34	36	36	38	
	20	30	31	32	32	33	33	34	35	37	38	40	
VI ♎	0	31	31	32	32	33	34	35	36	38	39	40	Méridionaux
Addit.	10	31	31	32	32	33	34	35	36	38	39	40	
	20	29	30	31	31	32	33	34	35	35	37	39	
VII ♏	0	28	28	29	29	30	31	31	32	33	35	36	
Addit.	10	25	25	26	26	27	28	28	29	29	31	33	
	20	21	22	22	22	23	24	24	25	25	27	28	
VIII ♐	0	17	17	17	18	18	19	19	19	19	21	22	Méridionaux
Addit.	10	12	12	12	12	13	13	13	14	14	15	16	
	20	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	
IX ♑	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Souſtr.	10	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	
	20	12	12	12	13	13	13	14	14	14	15	16	
X ♒	0	17	17	17	18	18	19	19	20	21	21	22	Méridionaux
Souſtr.	10	21	22	22	23	23	24	25	25	26	27	28	
	20	25	26	26	27	27	28	29	29	31	32	33	
XI ♓	0	28	28	29	29	30	31	32	33	34	35	37	
Souſtr.	10	30	30	31	31	32	33	34	35	36	37	39	
	20	31	31	32	32	33	34	35	36	37	39	40	

Seconde Table d'Equation générale, pour ſervir à la correction de la Méridienne, lorſqu'on la trace par des hauteurs correſpondantes du Soleil, dans des jours où ſa déclinaiſon varie ſenſiblement.

Signes.	3 h. 20′	4 h.	4 h. 40′	5 h. 20′	6 h.	6 h. 40′	7 h. 20′	8 h.	8 h. 40′	9 h. 20′	10 h.	
♈ 0	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	Septentrionaux
Addit. 10	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
20	5	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	
I ♉ 0	5	5	5	4	4	4	4	3	3	2	2	
Addit. 10	6	6	5	5	5	5	4	4	3	3	2	
20	6	6	6	5	5	5	4	4	3	3	2	
II ♊ 0	5	5	5	5	4	4	4	3	3	3	2	Septentrionaux
Addit. 10	4	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2	
20	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	
III ♋ 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Souſtr. 10	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	
20	4	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2	
IV ♌ 0	5	5	5	5	4	4	4	3	3	3	2	Septentrionaux
Souſtr. 10	6	6	5	5	5	5	4	4	3	3	2	
20	6	6	5	5	5	4	4	4	3	3	2	
V ♍ 0	5	5	5	4	4	4	4	3	3	2	2	
Souſtr. 10	5	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	
20	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
VI ♎ 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Méridionaux
Addit. 10	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
20	5	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	
VII ♏ 0	5	5	5	5	4	4	4	3	3	2	2	
Addit. 10	6	6	6	5	5	5	4	4	3	3	2	
20	6	6	6	6	5	5	4	4	4	3	3	
VIII ♐ 0	6	5	5	5	5	4	4	4	3	3	2	Méridionaux
Addit. 10	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	2	
20	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	
IX ♑ 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Souſtr 10	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	
20	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	2	
X. ♒ 0	6	6	5	5	5	4	4	4	3	3	2	Méridionaux
Souſtr. 10	6	6	5	5	5	4	4	4	3	3	2	
20	6	6	6	5	5	5	4	4	3	3	2	
XI ♓ 0	5	5	5	5	4	4	4	3	3	2	2	
Souſtr. 10	4	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	
20	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	

Premiere *Table de la déclinaiſon du Soleil à midi au Méridien de Paris, pour les premieres années après les Biſſextiles, comme* 1761, 65, 69, 73, 77, *&c.*

Jours du Mois.	Janvier.		Février.		Mars.		Avril.		Mai.		Juin.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
	A		A		A		B		B		B	
1	22	59	16	57	7	23	4	44	15	13	22	8
2	22	53	16	39	7	0	5	7	15	31	22	16
3	22	48	16	22	6	37	5	30	15	49	22	23
4	22	41	16	4	6	14	5	53	16	6	22	30
5	22	34	15	45	5	51	6	16	16	23	22	37
6	22	27	15	27	5	27	6	38	16	40	22	43
7	22	19	15	8	5	4	7	1	16	57	22	49
8	22	11	14	49	4	41	7	24	17	13	22	54
9	22	3	14	30	4	17	7	46	17	29	23	0
10	21	54	14	10	3	54	8	8	17	45	23	4
11	21	44	13	51	3	30	8	30	18	0	23	8
12	21	34	13	31	3	7	8	52	18	15	23	12
13	21	24	13	10	2	43	9	13	18	30	23	16
14	21	13	12	50	2	19	9	35	18	45	23	19
15	21	2	12	29	1	56	9	56	18	59	23	21
16	20	51	12	8	1	32	10	18	19	13	23	24
17	20	39	11	47	1	8	10	39	19	26	23	25
18	20	27	11	26	0	45	11	0	19	40	23	27
19	20	14	11	5	0	21	11	20	19	53	23	28
20	20	1	10	43	0 B	3	11	41	20	5	23	28
21	19	47	10	22	0	27	12	1	20	17	23	28
22	19	34	10	0	0	50	12	22	20	29	23	28
23	19	19	9	38	1	14	12	42	20	41	23	27
24	19	5	9	16	1	37	13	1	20	52	23	26
25	18	50	8	53	2	1	13	21	21	3	23	25
26	18	35	8	31	2	24	13	40	21	13	23	23
27	18	19	8	8	2	48	13	59	21	23	23	20
28	18	3	7	46	3	11	14	18	21	33	23	18
29	17	47			3	35	14	37	21	42	23	15
30	17	31			3	58	14	55	21	51	23	11
31	17	14			4	21			22	0		

Suite de la premiere Table de la déclinaiſon du Soleil à midi au Méridien de Paris, pour les premieres années après les Biſſextiles, comme 1761, 65, 69, 73, 77, &c.

Jours du Mois.	Juillet.		Août.		Septemb.		Octobre.		Novemb.		Décemb.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
	B		B		B		A		A		A	
1	23	7	17	57	8	9	3	22	14	37	21	55
2	23	3	17	42	7	47	3	45	14	56	22	4
3	22	58	17	26	7	25	4	8	15	15	22	13
4	22	53	17	10	7	4	4	32	15	33	22	21
5	22	47	16	54	6	41	4	55	15	51	22	28
6	22	41	16	37	6	18	5	18	16	9	22	35
7	22	35	16	21	5	56	5	41	16	27	22	42
8	22	28	16	4	5	33	6	4	16	45	22	48
9	22	21	15	46	5	10	6	27	17	2	22	54
10	22	13	15	29	4	48	6	50	17	19	23	0
11	22	5	15	11	4	25	7	12	17	35	23	5
12	21	57	14	53	4	2	7	35	17	52	23	9
13	21	48	14	35	3	39	7	57	18	8	23	13
14	21	39	14	16	3	16	8	20	18	23	23	17
15	21	30	13	58	2	52	8	42	18	39	23	20
16	21	20	13	38	2	29	9	4	18	54	23	22
17	21	10	13	19	2	6	9	26	19	8	23	24
18	21	0	13	0	1	43	9	48	19	23	23	26
19	20	49	12	40	1	19	10	10	19	37	23	27
20	20	38	12	20	0	56	10	32	19	50	23	28
21	20	26	12	0	0	32	10	53	20	4	23	28
22	20	14	11	40	0	9	11	14	20	17	23	8
23	20	2	11	20	0 A	14	11	35	20	29	23	27
24	19	53	10	59	0	38	11	56	20	41	23	26
25	19	40	10	39	1	1	12	17	20	53	23	25
26	19	23	10	18	1	25	12	38	21	4	23	23
27	19	10	9	57	1	48	12	58	21	15	23	20
28	18	56	9	35	2	12	13	18	21	26	23	17
29	18	42	9	14	2	35	13	38	21	36	23	13
30	18	27	8	52	2	58	13	58	21	46	23	9
31	18	12	8	31			14	17			23	5

Seconde *Table de la déclinaiſon du Soleil à midi au Méridien de Paris, pour les ſecondes années après les Biſſextiles, comme* 1762, 66, 70, 74, 78, *&c.*

Jours du Mois.	Janvier.		Février.		Mars.		Avril.		Mai.		Juin.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
	A		A		A		B		B		B	
1	23	0	17	1	7	28	4	39	15	9	22	6
2	22	55	16	44	7	5	5	2	15	27	22	14
3	22	49	16	26	6	42	5	25	15	45	22	21
4	22	43	16	8	6	19	5	47	16	2	22	29
5	22	36	15	50	5	56	6	10	16	19	22	35
6	22	29	15	31	5	33	6	32	16	36	22	52
7	22	21	15	13	5	10	6	56	16	53	22	48
8	22	13	14	54	4	46	7	18	17	9	22	53
9	22	5	14	37	4	23	7	40	17	25	22	58
10	21	56	14	15	3	59	8	2	17	41	23	3
11	21	46	13	55	3	36	8	25	17	57	23	7
12	21	37	13	35	3	12	8	48	18	12	23	11
13	21	26	13	15	2	49	9	8	18	27	23	15
14	21	16	12	55	2	25	9	30	18	41	23	18
15	21	5	12	34	2	1	9	51	18	56	23	21
16	20	53	12	14	1	38	10	13	19	10	23	23
17	20	42	11	53	1	14	10	34	19	23	23	25
18	20	29	11	31	0	50	10	55	19	36	23	26
19	20	17	11	10	0	27	11	15	19	49	23	27
20	20	4	10	49	0	3	11	36	20	2	23	28
21	19	51	10	27	0 B	21	11	57	20	14	23	28
22	19	37	10	5	0	44	12	17	20	26	23	28
23	19	23	9	43	1	8	12	37	20	38	23	28
24	19	8	9	21	1	32	12	57	20	49	23	27
25	18	54	8	59	1	55	13	16	21	0	23	25
26	18	39	8	36	2	19	13	36	21	11	23	23
27	18	23	8	14	2	42	13	55	21	21	23	21
28	18	7	7	51	3	6	14	14	21	31	23	18
29	17	51			3	29	14	32	21	40	23	15
30	17	35			3	52	14	51	21	49	23	12
31	17	18			4	15			21	58		

Suite

Suite de la seconde Table de la déclinaison du Soleil à midi au Méridien de Paris, pour les secondes années après les Bissextiles, comme 1762, 66, 70, 74, 78, &c.

Jours du Mois.	Juillet.		Août.		Septemb.		Octobre.		Novemb.		Décemb.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
	B		B		B		A		A		A	
1	23	8	18	1	8	14	3	16	14	32	21	53
2	23	4	17	46	7	52	3	39	14	51	22	2
3	22	59	17	30	7	30	4	3	15	10	22	11
4	22	54	17	14	7	8	4	26	15	29	22	19
5	22	49	16	58	6	46	4	49	15	47	22	26
6	22	43	16	41	6	24	5	12	16	5	22	34
7	22	36	16	25	6	2	5	35	16	23	22	41
8	22	30	16	8	5	39	5	58	16	40	22	47
9	22	23	15	51	5	16	6	21	16	58	22	53
10	22	15	15	33	4	53	6	44	17	15	22	58
11	22	7	15	15	4	30	7	7	17	31	23	3
12	21	59	14	57	4	7	7	29	17	48	23	8
13	21	51	14	39	3	44	7	52	18	4	23	12
14	21	42	14	21	3	21	8	14	18	20	23	16
15	21	32	14	2	2	58	8	37	18	35	23	19
16	21	23	13	43	2	35	8	59	18	50	23	22
17	21	11	13	24	2	12	9	21	19	5	23	24
18	21	2	13	5	1	48	9	43	19	18	23	26
19	20	51	12	45	1	25	10	5	19	33	23	27
20	20	40	12	25	1	2	10	26	19	48	23	28
21	20	29	12	5	0	38	10	48	20	1	23	28
22	20	17	11	45	0	15	11	9	20	13	23	28
23	20	5	11	26	0A	9	11	30	20	26	23	28
24	19	52	11	4	0	32	11	51	20	38	23	27
25	19	39	10	44	0	56	12	12	21	50	23	25
26	19	26	10	23	1	19	12	33	21	2	23	23
27	19	13	10	2	1	42	12	53	21	13	23	21
28	18	59	9	41	2	6	13	13	21	23	23	18
29	18	45	9	19	2	29	13	33	21	34	23	14
30	18	31	8	58	2	53	13	53	21	43	23	10
31	18	16	8	36			14	13			23	6

Troiſieme *Table de la déclinaiſon du Soleil à midi au Méridien de Paris, pour les troiſiemes années aprés les Biſſextiles, comme 1763, 67, 71, 75, 79, &c.*

Jours du Mois.	Janvier.		Février.		Mars.		Avril.		Mai.		Juin.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
	A		A		A		B		B		B	
1	23	1	17	5	7	34	4	33	15	5	22	4
2	22	56	16	48	7	11	4	56	15	23	22	12
3	22	50	16	30	6	48	5	19	15	40	22	20
4	22	44	16	12	6	25	5	42	15	58	22	27
5	22	38	15	54	6	2	6	5	16	15	22	34
6	22	31	15	36	5	39	6	27	16	32	22	40
7	22	23	15	17	5	15	6	50	16	49	22	46
8	22	16	14	58	4	52	7	12	17	11	22	52
9	22	7	14	39	4	29	7	35	17	21	22	57
10	21	58	14	20	4	5	7	57	17	47	23	2
11	21	49	14	0	3	42	8	19	17	53	23	6
12	21	39	13	40	3	18	8	41	18	8	23	10
13	21	29	13	20	2	54	9	3	18	23	23	14
14	21	18	13	0	2	31	9	25	18	38	23	17
15	21	8	12	39	2	7	9	46	18	52	23	20
16	20	56	12	19	1	43	10	7	19	6	23	23
17	20	45	11	58	1	20	10	29	19	20	23	24
18	20	32	11	37	0	56	10	50	19	33	23	26
19	20	20	11	15	0	32	11	10	19	46	23	27
20	20	7	10	54	0	9	11	31	19	59	23	28
21	19	54	10	32	0 B	15	11	52	20	11	23	28
22	19	40	10	10	0	39	12	12	20	23	23	28
23	19	26	9	48	1	2	12	32	20	35	23	28
24	19	12	9	26	1	26	12	52	20	46	23	27
25	18	57	9	4	1	50	13	11	20	57	23	26
26	18	42	8	42	2	13	13	31	21	8	23	24
27	18	27	8	19	2	36	13	50	21	18	23	22
28	18	11	7	57	2	0	14	9	21	28	23	19
29	17	55			3	23	14	28	21	38	23	16
30	17	39			3	47	14	46	21	47	23	13
31	17	22			3	10			21	56		

Suite de la troiſieme Table de la déclinaiſon du Soleil à midi au Méridien de Paris, pour les troiſiemes années après les Biſſextiles, comme 1763, 67, 71, 75, 79, &c.

Jours du Mois.	Juillet.		Août.		Septemb.		Octobre.		Novemb.		Décemb.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
	B		B		B		A		A		A	
1	23	9	18	5	8	20	3	10	14	27	21	51
2	23	5	17	49	7	58	3	34	14	46	22	0
3	23	0	17	34	7	36	3	57	15	5	22	8
4	22	55	17	18	7	14	4	20	15	24	22	17
5	22	50	17	2	6	51	4	44	15	42	22	25
6	22	44	16	45	6	29	5	7	16	1	22	32
7	22	38	16	29	6	7	5	30	16	19	22	39
8	22	31	16	12	5	44	5	53	16	36	22	45
9	22	24	15	55	5	21	6	16	16	54	22	51
10	22	17	15	37	4	58	6	39	17	11	22	57
11	22	8	15	20	4	36	7	1	17	27	23	2
12	22	1	15	2	4	13	7	24	17	44	23	7
13	21	55	14	43	3	50	7	46	18	1	23	11
14	21	44	14	25	3	27	8	9	18	16	23	15
15	21	35	14	6	3	4	8	31	18	31	23	18
16	21	25	13	48	2	40	8	53	18	46	23	21
17	21	15	13	29	2	17	9	16	19	1	23	23
18	21	5	13	9	1	54	9	38	19	17	23	25
19	20	54	12	50	1	31	9	59	19	30	23	27
20	20	43	12	30	1	7	10	21	19	44	23	28
21	20	32	12	10	0	44	10	43	19	57	23	28
22	20	20	11	50	0	20	11	4	20	10	23 ♑	28
23	20	8	11	30	0 A	3	11	25	20	23	23	28
24	19	55	11	9	0	26	11	46	20	35	23	27
25	19	43	10	49	0	50	12	7	20	47	23	25
26	19	30	10	28	1	13	12	28	21	0	23	24
27	19	16	10	7	1	37	12	48	21	10	23	21
28	19	20	9	46	2	0	13	8	21	21	23	18
29	18	48	9	24	2	24	13	28	21	31	23	15
30	18	34	9	3	2	47	13	48	21	41	23	11
31	18	19	8	41			14	8			23	7

Quatrieme *Table de la déclinaiſon du Soleil à midi au Méridien de Paris, pour les années Biſſextiles, comme* 1764, 68, 72, 76, 80, *&c.*

Jours du Mois.	Janvier.		Février.		Mars.		Avril.		Mai.		Juin.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
	A		A		A		B		B		B	
1	23	3	17	9	7	17	4	51	15	18	22	10
2	22	57	16	52	6	54	5	14	15	36	22	18
3	22	52	16	35	6	31	5	36	15	54	22	25
4	22	46	16	17	6	8	5	59	16	11	22	32
5	22	39	15	59	5	44	6	22	16	28	22	39
6	22	32	15	40	5	21	6	45	16	45	22	45
7	22	25	15	22	4	58	7	6	17	1	22	51
8	22	17	15	3	4	34	7	29	17	18	22	56
9	22	9	14	44	4	11	7	52	17	34	23	1
10	22	0	14	25	3	47	8	14	17	49	23	5
11	21	51	14	5	3	24	8	36	18	5	23	10
12	21	41	13	45	3	0	8	58	18	20	23	13
13	21	31	13	25	2	37	9	19	18	34	23	17
14	21	21	13	5	2	0	9	41	18	49	23	19
15	21	10	12	44	1	49	10	2	19	3	23	22
16	20	59	12	24	1	26	10	24	19	17	23	24
17	20	47	12	3	1	2	10	45	19	30	23	26
18	20	35	11	42	0	38	11	5	19	43	23	27
19	20	23	11	20	0	14	11	26	19	56	23	28
20	20	10	10	59	0 B	9	11	46	20	8	23	28
21	19	57	10	37	0	33	12	7	20	21	23	28
22	19	44	10	16	0	57	12	27	20	32	23	28
23	19	30	9	54	1	20	12	47	20	44	23	27
24	19	15	9	32	1	44	13	7	20	55	23	26
25	19	1	9	9	2	7	13	26	21	6	23	24
26	18	46	8	47	2	31	13	45	21	16	23	22
27	18	31	8	25	2	54	14	4	21	26	23	20
28	18	15	8	2	3	18	14	23	21	35	23	17
29	17	59	7	39	3	41	14	42	21	45	23	14
30	17	43			4	4	15	0	21	56	23	10
31	17	26			4	27			21	2		

Suite de la quatrieme Table de la déclinaiſon du Soleil à midi au Méridien de Paris, pour les années Biſſextiles, comme 1764, 68, 72, 76, 80, *&c.*

Jours du Mois.	Juillet.		Août.		Septemb.		Octobre.		Novemb.		Décemb.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
	B		B		B		A		A		A	
1	23	6	17	53	8	3	3	28	14	42	21	58
2	23	1	17	38	7	41	3	51	15	1	22	6
3	22	57	17	21	7	19	4	15	15	20	22	15
4	22	51	17	6	6	57	4	38	15	38	22	23
5	22	46	16	49	6	34	5	1	15	56	22	30
6	22	39	16	33	6	12	5	24	16	14	22	37
7	22	33	16	16	5	49	5	47	16	32	22	44
8	22	26	15	59	5	27	6	10	16	49	22	50
9	22	19	15	42	5	4	6	33	17	7	22	56
10	22	11	15	24	4	41	6	56	17	23	23	1
11	22	3	15	6	4	18	7	18	17	40	23	6
12	21	55	14	48	3	55	7	41	17	56	23	10
13	21	46	14	30	3	32	8	4	18	12	23	14
14	21	37	14	11	3	9	8	26	18	28	23	18
15	21	27	13	52	2	46	8	47	18	43	23	20
16	21	18	13	43	2	23	9	10	18	58	23	23
17	21	7	13	14	2	0	9	32	19	12	23	25
18	21	57	12	54	1	36	9	54	19	27	23	27
19	20	46	12	35	1	13	10	16	19	41	23	28
20	20	34	12	15	0	49	10	37	19	55	23	28
21	20	23	11	55	0	26	10	59	20	7	23	28
22	20	11	11	35	0	13	11	20	20	20	23	28
23	19	58	11	14	0 A	21	11	41	20	32	23	27
24	19	46	10	54	0	44	12	2	20	44	23	26
25	19	33	10	33	1	8	12	23	21	56	23	24
26	19	19	10	12	1	31	12	43	21	7	23	22
27	19	6	9	51	1	55	12	4	21	18	23	19
28	18	52	9	30	2	18	13	24	21	29	23	16
29	18	38	9	8	2	41	13	43	21	39	23	12
30	18	23	8	47	3	5	14	3	21	48	23	8
31	18	8	8	25			14	23			23	4

Table de la déclinaiſon du Soleil pour tous les dégrés de l'Ecliptique, ſon obliquité étant ſuppoſée de 23 dégrés 28 minutes 20 ſecondes.

Dégrés des ſignes.	Le Bélier. ♈ B. La Balan. ♎. A.			Le Taur. ♉. B. Le Scorp. ♏. A.			Les Gém. ♊. B. Le Sagit. ♐. A.			Dégrés des ſignes.
	D.	M.	S.	D.	M.	S.	D.	M.	S.	
0	0	0	0	11	29	15	20	10	42	30
1	0	23	54	11	50	16	20	23	14	29
2	0	47	57	12	11	6	20	35	25	28
3	1	11	40	12	31	44	20	47	13	27
4	1	35	32	12	52	10	20	58	37	26
5	1	59	22	13	12	23	21	9	39	25
6	2	23	10	13	32	23	21	20	17	24
7	2	46	56	13	52	9	21	30	31	23
8	3	10	40	14	11	42	21	40	21	22
9	3	34	20	14	31	0	21	49	47	21
10	3	57	58	14	50	4	21	58	48	20
11	4	21	31	15	8	52	22	7	25	19
12	4	45	1	15	27	26	22	15	36	18
13	5	8	26	15	45	43	22	23	22	17
14	5	31	46	16	3	45	22	30	43	16
15	5	55	1	16	21	30	22	37	38	15
16	6	18	11	16	38	58	22	44	7	14
17	6	41	15	16	56	9	22	50	10	13
18	7	4	12	17	13	3	22	55	47	12
19	7	27	3	17	29	38	23	0	57	11
20	7	49	47	17	45	55	23	5	41	10
21	8	12	23	18	1	54	23	9	59	9
22	8	34	52	18	17	33	23	13	49	8
23	8	57	12	18	32	53	23	17	13	7
24	9	19	24	18	47	53	23	20	10	6
25	9	41	27	19	2	34	23	22	39	5
26	10	3	20	19	16	53	23	24	42	4
27	10	25	4	19	30	52	23	26	17	3
28	10	46	38	19	44	30	23	27	25	2
29	11	8	2	19	57	47	23	28	6	1
30	11	29	15	20	10	42	23	28	20	0
	La Vierge ♍. B. Les Poiſſ. ♓. A.			Le Lion ♌. B. Le Verſ. ♒. A.			L'Ecrev. ♋. B. Le Capr. ♑. A.			

Table des hauteurs du Soleil à toutes les heures du jour de 10 *en* 10 *dégrés de chaque ſigne, pour la latitude de* 43 *dégrés.*

Heures.	XII.		XI. I.		X. II.		IX. III.		VIII. IV.		VII. V.		VI. VI.		V. VII.		Heures.
ſign.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	ſign.
♋	70	28	66	50	58	30	48	14	37	22	26	26	15	45	6	48	♋
10	70	6	66	31	58	14	48	0	37	9	26	13	15	31	6	29	20
20	68	59	65	32	57	25	47	17	36	28	25	31	14	48	5	32	10
♌	67	11	63	55	56	5	46	6	35	21	24	24	13	37	4	0	♊
10	64	46	61	43	54	13	44	28	33	48	22	52	12	1	1	56	20
20	61	50	59	1	51	54	42	25	31	53	20	57	10	3	.	. .	10
♍	58	29	55	53	49	9	39	59	29	37	18	45	7	48	.	. .	♉
10	54	50	52	26	46	5	37	14	27	5	16	18	5	20	.	. .	20
20	50	58	48	44	42	46	34	17	24	20	13	39	2	42	.	. .	10
♎	47	0	44	57	39	18	31	8	21	7	10	55	.	. .	.	. .	♈
10	43	2	41	6	35	47	27	57	18	31	8	9	.	. .	.	. .	20
20	39	10	37	21	32	19	24	47	15	37	5	26	.	. .	.	. .	10
♏	35	31	33	48	29	0	21	46	12	52	2	51	.	. .	.	. .	♓
10	32	10	30	32	25	57	18	59	10	18	0	29	.	. .	.	. .	20
20	29	14	27	40	23	16	16	31	8	3	.	. .	.	. .	.	. .	10
♐	26	49	25	19	21	34	14	29	6	20	.	. .	.	. .	.	. .	♒
10	25	15	23	33	19	24	12	57	4	48	.	. .	.	. .	.	. .	20
20	23	54	22	28	18	23	12	0	3	57	.	. .	.	. .	.	. .	10
30	23	32	22	6	18	1	11	42	3	40	.	. .	.	. .	.	. .	♑

Table des hauteurs du Soleil à toutes les heures du jour, de 10 en 10 dégrés de chaque ſigne, pour la hauteur du pôle de 44 dégrés.

Heures.	XII.		XI. I.		X. II.		IX. III.		VIII. IV.		VII. V.		VI. VI.		V. VII.		Heures.
ſign.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	ſign.
♋	69	28	66	3	58	0	48	1	37	20	26	34	16	4	6	5	♋
10	69	6	65	43	57	44	47	46	37	6	26	21	15	49	5	49	20
20	67	59	64	43	56	54	47	2	36	24	25	38	15	4	5	1	10
♌	66	11	63	5	55	31	45	49	35	15	24	29	13	52	3	44	♊
10	63	46	60	52	53	38	44	9	33	40	22	54	12	14	1	59	20
20	60	50	58	9	51	16	42	2	31	42	20	58	10	15	.	.	10
♍	57	29	54	59	48	29	39	33	29	23	19	24	7	57	.	.	♉
10	53	50	51	31	45	23	36	46	26	48	16	12	5	26	.	.	20
20	49	58	47	49	42	2	33	45	24	0	13	31	2	45	.	.	10
♎	46	0	44	1	38	32	30	34	21	5	10	44	.	.	.	.	♈
10	42	2	40	10	34	59	27	21	18	6	7	55	.	.	.	.	20
20	38	10	36	24	31	30	24	10	15	10	5	9	.	.	.	.	0
♏	34	31	32	51	28	10	21	7	12	22	2	32	.	.	.	.	♓
10	31	10	29	35	25	6	18	18	9	46	0	7	.	.	.	.	20
20	28	14	26	43	22	25	15	49	7	30	.	.	.	.	.	.	10
♐	25	49	24	21	20	11	13	45	5	37	.	.	.	.	.	.	♒
10	24	1	22	35	18	31	12	13	5	18	.	.	.	.	.	.	20
20	22	54	21	30	17	29	11	10	4	12	.	.	.	.	.	.	10
30	22	32	21	8	17	9	10	57	3	3	.	.	.	.	.	.	♑

Table des hauteurs du Soleil à toutes les heures du jour de 10 en 10 dégrés de chaque ſigne, pour la latitude de 45 dégrés.

Heures.	XII.		XI. I.		X. II.		IX. III.		VIII. IV.		VII. V.		VI. VI.		V. VII.		Heures.
ſign.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	ſign.
♋	68	28	65	13	57	30	47	45	37	18	26	43	16	21	6	24	♋
10	68	6	64	54	57	14	47	30	37	4	26	29	16	6	6	15	20
20	66	59	63	53	56	22	46	45	36	20	25	45	15	21	5	27	10
♌	65	11	62	14	54	58	45	30	35	9	24	34	14	7	4	8	♊
10	62	46	60	0	53	2	43	47	33	32	22	58	12	28	2	22	20
20	59	50	57	15	50	38	41	38	31	31	20	57	10	26	0	14	10
♍	56	29	54	6	47	49	39	7	29	10	18	40	8	6	.	.	♉
10	52	50	50	37	44	41	36	17	26	32	16	8	5	32	.	.	20
20	48	58	46	54	41	18	33	13	23	41	13	23	2	48	.	.	10
♎	45	0	43	5	37	46	30	0	20	42	10	33	.	.	.	.	♈
10	41	2	39	13	34	12	26	44	17	41	7	41	.	.	.	.	20
20	37	10	35	27	30	42	23	31	14	43	4	53	.	.	.	.	10
♏	33	31	31	54	27	21	20	27	11	52	2	13	.	.	.	.	♓
10	30	10	28	37	24	16	17	36	9	15	.	.	.	.	.	.	20
20	27	14	25	45	21	34	15	6	6	57	.	.	.	.	.	.	10
♐	24	49	23	23	19	20	13	1	5	3	.	.	.	.	.	.	♒
10	23	1	21	37	17	39	11	29	3	37	.	.	.	.	.	.	20
20	21	54	20	32	16	37	10	31	2	44	.	.	.	.	.	.	10
30	21	32	20	9	16	17	10	12	2	27	.	.	.	.	.	.	♑

Table des hauteurs du Soleil à toutes les heures du jour, de 10 en 10 dégrés de chaque ſigne, pour la hauteur du pôle de 46 dégrés.

Heures.	XII.		XI. I.		X. II.		IX. III.		VIII. IV.		VII. V.		VI. VI.		V. VII.		Heures.
ſign.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	ſign.
♋	67	28	64	23	56	57	47	29	37	14	26	50	16	39	6	59	♋
10	67	6	64	3	56	40	47	14	36	59	26	35	16	24	6	43	20
20	65	59	63	2	55	47	46	27	36	15	25	51	15	37	5	53	10
♌	64	11	61	23	54	22	45	11	35	2	24	39	14	22	4	33	♊
10	61	46	59	8	52	24	43	25	33	23	23	0	12	41	2	46	20
20	58	50	56	22	49	57	41	14	31	19	20	58	10	37	0	36	10
♍	55	29	53	11	47	6	38	40	28	55	18	38	8	14	.	.	♉
10	51	50	49	42	43	56	35	47	26	14	16	2	5	38	.	.	20
20	47	58	45	57	40	31	32	41	23	20	13	26	2	51	.	.	10
♎	44	0	42	9	36	59	29	55	20	19	10	24	.	.	.	.	♈
10	40	2	38	16	33	23	26	8	17	15	7	27	.	.	.	.	20
20	37	10	34	30	29	51	22	52	15	48	4	36	.	.	.	.	10
♏	32	31	30	56	26	30	19	46	11	22	1	56	.	.	.	.	♓
10	29	10	27	40	23	24	16	54	8	43	.	.	.	.	.	.	20
20	26	14	24	47	20	41	14	23	6	23	.	.	.	.	.	.	10
♐	23	49	22	25	18	26	12	18	4	27	.	.	.	.	.	.	♒
10	22	1	20	39	16	46	10	44	3	1	.	.	.	.	.	.	20
20	20	54	19	34	15	43	9	46	2	8	.	.	.	.	.	.	10
30	20	32	19	12	15	23	9	27	1	50	.	.	.	.	.	.	♑

Table des hauteurs du Soleil à toutes les heures du jour, de 10 en 10 dégrés de chaque ſigne, pour la hauteur du pôle de 47 dégrés.

Heures.	XII.		XI. I.		X. II.		IX. III.		VIII. IV.		VII. V.		VI. VI.		V. VII.		Heures.
ſign.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	ſign.
♋	66	28	63	36	56	24	47	11	37	10	26	57	16	56	7	26	♋
10	66	6	63	15	56	6	46	56	36	55	26	42	16	40	7	10	20
20	64	59	62	13	55	13	46	8	36	9	25	56	15	53	6	19	10
♌	63	11	60	33	53	46	44	50	34	55	24	42	14	37	4	58	♊
10	60	46	58	17	51	46	43	2	33	13	23	36	12	54	3	10	20
20	57	50	55	30	49	18	40	48	31	7	20	57	10	47	0	58	10
♍	54	29	52	19	46	24	38	11	28	40	18	35	8	22	.	.	♉
10	50	50	48	48	43	13	35	16	25	57	15	56	5	43	.	.	20
20	46	58	45	4	39	46	32	9	23	0	13	15	2	54	.	.	10
♎	43	0	41	12	36	12	28	50	19	57	10	10	.	.	.	.	♈
10	39	2	37	21	32	35	25	30	16	50	7	12	.	.	.	.	20
20	35	10	33	35	29	2	22	13	13	47	4	19	.	.	.	.	10
♏	31	31	30	0	25	40	19	5	10	52	1	34	.	.	.	.	♓
10	29	10	26	43	22	33	16	12	8	11	.	.	.	.	.	.	20
20	25	14	23	51	19	50	13	39	5	50	.	.	.	.	.	.	10
♐	22	49	21	29	17	34	11	33	3	53	.	.	.	.	.	.	♒
10	21	1	19	42	15	53	9	59	2	26	.	.	.	.	.	.	20
20	19	54	18	36	14	51	9	1	1	32	.	.	.	.	.	.	10
30	19	32	18	15	14	30	8	42	1	14	.	.	.	.	.	.	♑

Table des hauteurs du Soleil à toutes les heures du jour, de 10 en 10 dégrés de chaque signe, pour la hauteur du pôle de 48 dégrés.

Heures.	XII.		XI. I.		X. II.		IX. III.		VIII. IV.		VII. V.		VI. VI.		V. VII.		Heures.
sign.	D.	M.	D.	M	D.	M.	D.	M	D.	M.	D.	M.	D.	M.	M.	M.	sign.
♋	65	28	62	44	55	50	46	53	37	4	27	3	17	13	8	30	♋
10	65	6	62	23	55	33	46	37	36	49	26	48	16	57	8	7	20
20	63	59	21	21	54	39	45	48	36	2	26	1	16	9	7	13	10
♌	62	11	59	40	53	10	44	28	34	47	24	46	14	51	5	45	♓
10	59	46	57	23	51	8	42	38	33	3	23	3	13	6	3	47	20
20	56	50	54	36	48	38	40	22	30	54	20	57	10	58	1	24	10
♍	53	29	51	23	45	43	37	42	28	25	18	31	8	30	.	.	♉
10	49	50	47	52	42	29	34	45	25	38	15	50	5	49	.	.	20
20	45	48	44	12	39	1	31	34	22	39	12	57	2	56	.	.	10
♎	42	0	40	16	35	25	28	14	19	33	9	58	.	.	.	.	♈
10	38	2	36	24	31	47	24	52	16	24	6	59	.	.	.	.	20
20	34	10	32	37	28	32	21	33	13	18	4	2	.	.	,	.	10
♏	30	31	29	3	24	50	18	24	11	59	1	15	.	.	.	.	♓
10	27	10	25	46	21	43	15	30	7	39	.	.	.	.	.	.	20
20	24	14	22	53	18	58	12	56	5	16	.	.	.	.	.	.	10
♐	21	49	20	30	16	43	10	49	3	18	.	.	.	.	.	.	♒
10	20	1	18	44	15	1	9	14	1	50	.	.	.	.	.	.	20
20	18	54	17	38	13	59	8	16	0	55	.	.	.	.	.	.	10
30	18	32	17	17	13	38	7	56	0	37	.	.	.	.	.	.	♑

Table des hauteurs du Soleil à toutes les heures du jour, de 10 en 10 dégrés de chaque ſigne, pour la hauteur du pôle de 49 dégrés.

Heures.	XII.		XI. I.		X. II.		IX. III.		VIII. IV.		VII. V.		VI. VI.		V. VII.		Heures.
ſign.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	ſign.
♋	64	28	61	51	55	15	46	34	36	59	27	9	17	29	8	19	♋
10	64	6	61	31	54	57	46	17	36	43	26	54	17	13	8	2	20
20	62	59	60	28	54	1	45	28	35	13	26	6	16	26	7	11	10
♌	61	11	58	46	52	31	44	6	34	38	24	49	15	6	5	48	♊
10	58	46	56	29	50	28	42	14	32	58	23	5	13	19	3	56	20
20	55	50	53	41	47	56	39	55	30	42	20	56	11	8	1	40	10
♍	52	29	50	28	44	59	37	14	28	9	18	28	8	38	.	.	♉
10	48	50	46	56	41	43	34	14	25	20	15	44	5	54	.	.	20
20	44	58	43	11	38	14	31	0	22	18	12	48	3	0	.	.	10
♎	41	0	39	19	34	38	27	38	19	9	9	47	.	.	.	.	♈
10	37	2	35	27	30	58	24	15	15	58	6	44	.	.	.	.	20
20	33	10	31	40	27	23	20	54	12	50	3	45	.	.	.	.	10
♏	29	31	28	5	23	59	17	44	9	52	0	56	.	.	.	.	♓
10	26	10	24	48	20	51	14	48	7	7	.	.	.	.	.	.	20
20	23	14	21	55	18	6	12	13	4	43	.	.	.	.	.	.	10
♐	20	49	19	32	15	50	10	5	2	44	.	.	.	.	.	.	♒
10	19	1	17	46	14	8	8	30	1	15	.	.	.	.	.	.	20
20	17	54	16	40	13	5	7	31	0	20	.	.	.	.	.	.	10
30	17	32	16	18	12	44	7	11	0	2	.	.	.	.	.	.	♑

Table des hauteurs du Soleil à toutes les heures du jour, de 10 en 10 dégrés de chaque ſigne, pour la hauteur du pôle de 50 dégrés.

Heures.	XII.		XI. I.		X. II.		IX. III.		VIII. IV.		VII. V.		VI. VI.		V. VII.		Heures.
ſign.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	ſign.
♋	63	38	60	58	54	39	46	13	36	52	27	14	17	46	8	46	♋
10	63	6	60	38	54	20	45	57	36	36	26	58	17	29	8	29	20
20	61	59	59	48	53	24	45	6	35	48	26	10	16	40	7	37	10
♌	60	11	57	52	51	53	43	42	34	29	24	52	15	20	6	13	♊
10	57	46	55	34	49	48	41	40	32	41	23	5	13	31	4	19	20
20	54	50	52	46	47	14	39	27	30	18	19	38	11	19	2	1	10
♍	51	29	49	32	44	16	36	43	27	53	18	24	8	46	.	.	♉
10	47	50	46	0	40	59	33	41	25	1	15	37	6	0	.	.	20
20	43	58	42	14	37	34	30	26	21	57	12	39	3	2	.	.	10
♎	40	0	38	23	33	50	27	2	18	45	9	35	.	.	.	.	♈
10	36	2	34	29	30	8	23	36	15	32	6	29	.	.	.	.	20
20	32	10	30	42	26	33	20	14	13	11	3	28	.	.	.	.	10
♏	28	31	27	7	23	8	17	27	9	21	0	36	.	.	.	!	.	♓
10	25	10	23	49	20	0	14	5	6	35	.	.	.	.	.	.	20
20	22	14	20	57	17	14	11	29	4	9	.	.	.	.	.	.	10
♐	19	49	18	34	14	57	9	21	2	9	.	.	.	.	.	.	♒
10	18	1	16	47	13	51	7	45	0	39	,	.	.	.	.	.	20
20	16	54	15	41	12	12	6	45	.	.	.	.	.	.	.	.	10
30	16	32	15	17	11	51	6	25	.	.	.	.	.	.	.	.	♑

Table des hauteurs du Soleil à toutes les heures du jour, de 10 en 10 dégrés de chaque ſigne, pour la latitude de Paris, 48 dégrés 51 minutes.

Heures.	XII.		XI. I.		X. II.		IX. III.		VIII. IV.		VII. V.		VI. VI.		V. VII.		Heures.
ſign.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	ſign.
♋	64	37	61	59	55	20	46	37	36	59	27	28	17	27	8	15	♋
10	64	15	61	39	55	2	46	21	36	44	26	53	17	11	7	58	20
20	63	8	60	37	54	7	45	31	35	56	26	6	16	22	7	7	10
♌	61	29	58	55	52	37	44	9	34	39	24	49	15	3	5	44	♊
10	58	55	56	37	50	34	42	18	32	53	23	5	13	17	3	52	20
20	55	59	53	49	48	2	39	59	30	43	20	57	11	7	1	36	10
♍	52	38	50	36	45	6	37	18	28	11	18	28	8	37	.	.	♉
10	48	59	47	5	41	51	34	18	25	22	15	45	5	53	.	.	20
20	45	7	43	20	38	21	31	5	22	21	12	50	2	59	.	.	10
♎	41	9	39	28	34	44	27	44	19	13	9	48	.	.	.	.	♈
10	37	11	35	35	31	5	24	20	16	2	6	46	.	.	.	.	20
20	33	19	31	48	27	31	21	0	12	54	3	48	.	.	.	.	10
♏	29	40	28	14	24	7	17	50	9	56	0	59	.	.	.	.	♓
10	26	19	24	56	20	59	14	54	7	12	.	.	.	.	.	.	20
20	23	23	22	3	18	14	12	19	4	47	.	.	.	.	.	.	10
♐	20	58	19	41	15	58	10	12	2	48	.	.	.	.	.	.	♒
10	19	10	17	55	14	16	8	36	1	20	.	.	.	.	.	.	20
20	18	3	16	49	13	13	7	37	0	25	.	.	.	.	.	.	10
30	17	41	16	27	12	53	7	18	0	6	.	.	.	.	.	.	♑

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horisontaux.

HEURES du matin.	LATITUDES *ou* HAUTEURS DU POLE.						HEURES du soir.
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	42. 10	42. 20	42. 30	42. 40	42. 50	43. 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 31	2 32	2 23	2 33	2 38	2 34	15.
30.	5 3	5 4	5 5	5 6	5 7	5 8	30.
15.	7 36	7 38	7 39	7 41	7 42	7 43	45.
XI.	10 12	10 14	10 15	10 18	10 19	10 21	I.
45.	12 50	12 53	12 55	12 57	13 0	13 2	15.
30.	15 32	15 35	15 37	15 41	15 44	15 46	30.
15.	18 19	18 22	18 25	18 29	18 32	18 35	45.
X.	21 11	21 15	21 18	21 22	21 26	21 29	II.
45.	24 10	24 14	24 18	24 22	24 26	24 30	15.
30.	27 15	27 20	27 24	27 29	27 33	27 37	30.
15.	30 29	30 34	30 39	30 44	30 48	30 53	45.
IX.	33 52	33 57	34 3	34 8	34 13	34 18	III.
45.	37 26	37 31	37 37	37 42	37 47	37 52	15.
30.	41 11	41 16	41 22	41 27	41 32	41 38	30.
15.	45 8	45 13	45 19	45 24	45 30	45 35	45.
VIII.	49 18	49 24	49 30	49 34	49 39	49 46	IV.
45.	53 42	53 47	53 53	53 58	54 3	54 8	15.
30.	58 19	58 24	58 30	58 34	58 39	58 44	30.
15.	63 11	63 15	63 20	63 24	63 28	63 32	45.
VII.	68 14	68 18	68 23	68 26	68 29	68 33	V.
45.	73 30	73 33	73 36	73 39	73 42	73 44	15.
30.	78 54	78 56	78 58	79 0	79 2	79 4	30.
15.	84 25	84 26	84 28	84 29	84 30	84 31	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horiſontaux.

HEURES du matin.	LATITUDES *ou* HAUTEURS DU POLE						HEURES du ſoir.
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	43. 10	43. 20	43. 30	43. 40	43. 50	44. 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 34	2 35	2 35	2 35	2 36	2 36	15.
30.	5 9	5 10	5 11	5 12	5 13	5 14	30.
15.	7 45	7 46	7 48	7 49	7 51	7 52	45.
XI.	10 23	10 25	10 27	10 29	10 31	10 33	I.
45.	13 4	13 7	13 9	13 12	13 14	13 16	15.
30.	15 49	15 52	15 55	15 58	16 0	16 3	30.
15.	18 39	18 42	18 45	18 48	18 51	18 55	45.
X.	21 33	21 37	21 41	21 44	21 48	21 51	II.
45.	24 34	24 38	24 42	24 46	24 50	24 54	15.
30.	27 42	27 46	27 51	27 55	27 59	28 4	30.
15.	30 58	31 3	31 7	31 12	31 16	31 21	45.
IX.	34 23	34 28	34 33	34 38	34 42	34 47	III.
45.	37 58	38 3	38 8	38 13	38 18	38 23	15.
30.	41 43	41 49	41 54	41 59	42 4	42 9	30.
15.	45 41	45 46	45 51	45 56	46 2	46 7	45.
VIII.	49 50	49 56	50 1	50 6	50 11	50 16	IV.
45.	54 13	54 18	54 23	54 28	54 33	54 38	15.
30.	58 48	58 53	58 58	59 2	59 7	59 12	30.
15.	63 37	63 41	63 45	63 49	63 53	63 57	45.
VII.	68 37	68 40	68 44	68 47	68 51	68 54	V.
45.	73 47	73 50	73 53	73 56	73 59	74 1	15.
30.	79 7	79 8	79 10	79 12	79 14	79 16	30.
15.	84 32	84 33	84 34	84 35	84 36	84 37	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horiſontaux.

HEURES du matin.	LATITUDES *ou* HAUTEURS DU POLE.						HEURES du ſoir.
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	44 43. 10	44. 20	44. 30	44. 40	44. 50	45. 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 37	2 37	2 38	2 38	2 39	2 39	15.
30.	5 15	5 15	5 16	5 17	5 18	5 19	30.
15.	7 53	7 55	7 56	7 58	7 59	8 0	45.
XI.	10 35	10 36	10 38	10 40	10 42	10 44	I.
45.	13 18	13 21	13 23	13 25	13 28	13 30	15.
30.	16 6	16 9	16 11	16 14	16 17	16 20	30.
15.	18 58	19 1	19 4	19 7	19 10	19 13	45.
X.	21 55	21 58	22 2	22 6	22 9	22 13	II.
45.	24 58	25 2	25 6	25 10	25 14	25 17	15.
30.	28 8	28 12	28 16	28 21	28 25	28 29	30.
15.	31 26	31 30	31 35	31 39	31 44	31 48	45.
IX.	34 52	34 57	35 2	35 6	35 11	35 16	III.
45.	38 28	38 33	38 38	38 43	38 48	38 53	15.
30.	42 15	42 20	42 25	42 30	42 35	42 40	30.
15.	46 12	46 17	46 22	46 27	46 32	46 37	45.
VIII.	50 21	50 26	50 31	50 36	50 41	50 46	IV.
45.	54 43	54 47	54 52	54 57	55 2	55 7	15.
30.	59 16	59 21	59 25	59 30	59 34	59 38	30.
15.	64 2	64 6	64 10	64 14	64 18	64 21	45.
VII.	68 58	69 1	69 5	69 8	69 12	69 15	V.
45.	74 4	74 7	74 9	74 12	74 15	74 17	15.
30.	79 18	79 20	79 22	79 24	79 25	79 27	30.
15.	84 38	84 39	84 39	84 40	84 41	84 42	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horisontaux.

HEURES du matin.	LATITUDES *ou* HAUTEURS DU POLE.						HEURES du soir.
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	45. 10	45. 20	45. 30	45. 40	45. 50	46 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 40	2 40	2 41	2 41	2 42	2 42	15.
30.	5 20	5 21	5 22	5 23	5 24	5 25	30.
15.	8 2	8 3	8 5	8 6	8 7	8 9	45.
XI.	10 46	10 47	10 49	10 51	10 53	10 55	I.
45.	13 32	13 34	13 37	13 39	13 41	13 43	15.
30.	16 22	16 25	16 28	16 30	16 33	16 36	30.
15.	19 17	19 20	19 23	19 26	19 29	19 32	45.
X.	22 16	22 20	22 23	22 26	22 30	22 33	II.
45.	25 21	25 25	25 29	25 33	25 37	25 40	15.
30.	28 33	28 37	28 42	28 46	28 50	28 54	30.
15.	31 53	31 57	32 2	32 6	32 10	32 15	45.
IX.	35 21	35 25	35 30	35 35	35 39	35 44	III.
45.	38 58	39 3	39 7	39 12	39 17	39 22	15.
30.	42 45	42 50	42 55	42 59	43 4	43 9	30.
15.	46 42	46 47	46 52	46 57	47 2	47 7	45.
VIII.	50 51	50 56	51 1	51 5	51 10	51 15	IV.
45.	55 11	55 16	55 20	55 25	55 30	55 34	15.
30.	59 43	59 47	59 51	59 56	60 0	60 4	30.
15.	64 25	64 29	64 33	64 37	64 41	64 44	45.
VII.	69 18	69 21	69 25	69 28	69 31	69 34	V.
45.	74 20	74 23	74 25	74 28	74 30	74 33	15.
30.	79 29	79 31	79 33	79 34	79 36	79 38	30.
15.	84 43	84 44	84 45	84 46	84 47	84 48	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horisontaux.

HEURES du matin.	LATITUDES *ou* HAUTEURS DU POLE.						HEURES du soir.
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	46. 10	46. 20	46. 30	46. 40	46. 50	47. 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 42	2 43	2 43	2 44	2 44	2 45	15.
30.	5 25	5 26	5 27	5 28	5 29	5 30	30.
15.	8 10	8 11	8 13	8 14	8 15	8 17	45.
XI.	10 56	10 58	11 0	11 2	11 4	11 5	I.
45.	13 46	13 48	13 50	13 52	13 54	13 57	15.
30.	16 38	16 41	16 43	16 46	16 49	16 51	30.
15.	19 35	19 38	19 41	19 44	19 47	19 50	45.
X.	22 37	22 40	22 43	22 47	22 50	22 54	II.
45.	25 44	25 48	25 52	25 55	25 59	26 3	15.
30.	28 58	29 2	29 6	29 10	29 14	29 18	30.
15.	32 19	32 23	32 28	32 32	32 36	32 41	45.
IX.	35 48	35 53	35 57	36 2	36 6	36 11	III.
45.	39 26	39 31	39 36	39 40	39 45	39 50	15.
30.	43 14	43 19	43 23	43 28	43 33	43 38	30.
15.	47 12	47 16	47 21	47 26	47 30	47 35	45.
VIII.	51 20	51 24	51 29	51 34	51 38	51 43	IV.
45.	55 39	55 43	55 47	55 52	55 56	56 1	15.
30.	60 8	60 12	60 16	60 20	60 25	60 29	30.
15.	64 48	64 52	64 55	64 59	65 3	65 6	45.
VII.	69 37	69 41	69 44	69 47	69 50	69 53	V.
45.	74 35	74 38	74 40	74 42	74 45	74 47	15.
30.	79 39	79 41	79 43	79 44	79 46	79 48	30.
15.	84 49	84 49	84 50	84 51	84 52	84 53	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horiſontaux.

Heures du matin.	Latitudes ou hauteurs du pole.						Heures du ſoir.
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	47. 10	47. 20	47. 30	47. 40	47. 50	48. 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 45	2 46	2 46	2 46	2 47	2 47	15.
30.	5 31	5 32	5 33	5 34	5 34	5 35	30.
15.	8 18	8 19	8 21	8 22	8 23	8 24	45.
XI.	11 7	11 9	11 11	11 12	11 14	11 16	I.
45.	13 59	14 1	14 3	14 5	14 7	14 10	15.
30.	16 54	16 55	16 59	17 2	17 4	17 7	30.
15.	19 53	19 56	19 59	20 2	20 5	20 8	45.
X.	22 57	23 0	23 4	23 7	23 10	23 13	II.
45.	26 6	26 10	26 14	26 17	26 21	26 24	15.
30.	29 22	29 26	29 30	29 34	29 38	29 42	30.
15.	32 45	32 49	32 53	32 57	33 2	33 6	45.
IX.	36 15	36 20	36 24	36 28	36 33	36 37	III.
45.	39 54	39 59	40 3	40 8	40 12	40 17	15.
30.	43 42	43 47	43 51	43 56	44 1	44 5	30.
15.	47 40	47 44	47 49	47 54	47 58	48 3	45.
VIII.	51 47	51 52	51 56	52 1	52 5	52 9	IV.
45.	56 5	56 9	56 13	56 18	56 22	56 26	15.
30.	60 33	60 36	60 40	60 44	60 48	60 52	30.
15.	65 10	65 13	65 17	65 20	65 24	65 27	45.
VII.	69 56	69 59	70 2	70 5	70 8	70 10	V.
45.	74 50	74 52	74 54	74 57	74 59	75 1	15.
30.	79 50	79 51	79 53	79 54	79 56	79 57	30.
15.	84 54	84 54	84 55	84 56	84 57	84 58	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horiſontaux.

Heures du matin.	Latitudes ou hauteurs du pole.						Heures du ſoir.
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	48. 10	48. 20	48. 30	48. 40	48. 51	49. 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 48	2 48	2 49	2 49	2 50	2 50	15.
30.	5 36	5 37	5 38	5 39	5 40	5 40	30.
15.	8 26	8 27	8 28	8 30	8 31	8 32	15.
XI.	11 17	11 19	11 21	11 23	11 25	11 26	I.
45.	14 12	14 14	14 16	14 18	14 20	14 22	15.
30.	17 9	17 12	17 14	17 17	17 20	17 22	30.
15.	20 11	20 13	20 16	20 19	20 23	20 25	45.
X.	23 17	23 20	23 23	23 26	23 30	23 33	II.
45.	26 28	26 32	26 35	26 39	26 42	26 46	15.
30.	29 46	29 49	29 53	29 57	30 1	30 45	30.
15.	33 10	33 14	33 18	33 22	33 28	33 30	45.
IX.	36 41	36 46	36 50	36 54	36 59	37 3	III.
45.	40 21	40 26	40 30	40 34	40 39	40 43	15.
30.	44 10	44 14	44 18	44 23	44 28	44 32	30.
15.	48 7	48 11	48 16	48 20	48 25	48 29	45.
VIII.	52 14	52 18	52 22	52 27	52 30	52 35	IV.
45.	56 30	56 34	56 38	56 42	56 47	56 50	15.
30.	60 56	61 0	61 3	61 7	61 11	61 15	30.
15.	65 30	65 34	65 37	65 40	65 44	65 47	45.
VII.	70 13	70 16	70 19	70 22	70 25	70 27	V.
45.	75 3	75 5	75 8	75 10	75 12	75 14	15.
30.	79 59	80 0	80 2	80 3	80 5	80 6	30.
15.	84 58	84 59	85 0	85 1	85 1	85 2	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Paris.

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horisontaux.

Heures du matin.	Latitudes ou hauteurs du pole.						Heures du soir.
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	49. 10	49. 20	49. 30	49. 40	49. 50	50. 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 50	2 51	2 51	2 52	2 52	2 52	15.
30.	5 41	5 42	5 43	5 44	5 45	5 45	30.
15.	8 34	8 35	8 36	8 37	8 39	8 40	45.
XI.	11 28	11 29	11 31	11 33	11 34	11 36	I.
45.	14 24	14 26	14 28	14 31	14 33	14 35	15.
30.	17 24	17 27	17 29	17 31	17 34	17 36	30.
15.	20 28	20 31	20 33	20 36	30 39	20 42	45.
X.	23 36	23 39	23 42	23 45	23 48	23 52	II.
45.	26 49	26 53	26 56	27 0	27 23	27 6	15.
30.	30 8	30 12	30 16	30 20	30 23	30 27	30.
15.	33 34	33 38	33 42	33 46	33 50	33 54	45.
IX.	37 7	37 11	37 15	37 19	37 23	37 27	III.
45.	40 47	40 51	40 56	41 0	41 4	41 8	15.
30.	44 36	44 40	44 44	44 49	44 53	44 57	30.
15.	48 33	48 38	48 42	48 46	48 50	48 54	45.
VIII.	52 39	52 43	52 48	52 52	52 56	53 0	IV.
45.	56 54	56 58	57 2	57 6	57 10	57 14	15.
30.	61 18	61 22	61 25	61 29	61 33	61 36	30.
15.	65 50	65 53	65 57	66 0	66 3	66 6	45.
VII.	70 30	70 33	70 35	70 38	70 41	70 43	V.
45.	75 16	75 18	75 21	75 23	75 25	75 27	15.
30.	80 8	80 9	80 11	80 12	80 14	80 15	30.
15.	85 3	85 4	85 5	85 5	85 6	85 7	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horiſontaux.

Heures du matin.	Latitudes *ou* hauteurs du pole.						Heures du ſoir.
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	50. 10	50. 20	50. 30	50. 40	50. 50	51. 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 53	2 53	2 54	2 54	2 55	2 55	15.
30.	5 46	5 47	5 48	5 49	5 50	5 51	30.
15.	8 41	8 42	8 44	8 45	8 46	8 47	45.
XI.	11 38	11 39	11 41	11 43	11 44	11 46	I.
45.	14 37	14 39	14 41	14 43	14 45	14 47	15.
30.	17 39	17 41	17 44	17 46	17 48	17 51	30.
15.	20 45	20 47	20 50	20 53	20 55	20 58	45.
X.	23 55	23 58	24 1	24 4	24 7	24 10	II.
45.	27 10	27 13	27 17	27 20	27 23	27 27	15.
30.	30 31	30 34	30 38	30 41	30 45	30 49	30.
15.	33 58	34 1	34 5	34 9	34 13	34 17	45.
IX.	37 31	37 35	37 39	37 43	37 47	37 51	III.
45.	41 12	41 17	41 21	41 25	41 29	41 33	15.
30.	45 1	45 6	45 10	45 14	45 18	45 22	30.
15.	48 58	49 3	49 7	49 11	49 15	49 19	45.
VIII.	53 4	53 8	53 12	53 16	53 20	53 24	IV.
45.	57 18	57 21	57 25	57 29	57 33	57 36	15.
30.	61 40	61 43	61 46	61 50	61 53	61 57	30.
15.	66 9	66 12	66 15	66 18	66 21	66 24	45.
VII.	70 46	70 49	70 51	70 54	70 56	70 59	V.
45.	75 29	75 31	75 33	75 35	75 37	75 39	15.
30.	80 16	80 18	80 19	80 21	80 22	80 23	30.
15.	85 7	85 8	85 9	85 10	85 10	85 11	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horiſontaux.

HEURES du matin.	LATITUDES *ou* HAUTEURS DU POLE.						HEURES du ſoir.
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	51. 10	51. 20	51. 30	51. 40	51. 50	52. 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 55	2 56	2 56	2 57	2 57	2 57	15.
30.	5 51	5 52	5 53	5 54	5 55	5 55	30.
15.	8 48	8 50	8 51	8 52	8 53	8 55	45.
XI.	11 47	11 49	11 51	11 52	11 54	11 55	I.
45.	14 49	14 51	14 53	14 55	14 57	14 59	15.
30.	17 53	17 55	17 58	18 0	18 2	18 5	30.
15.	21 1	21 4	21 6	21 9	21 12	21 14	45.
X.	24 13	24 16	24 19	24 22	24 25	24 28	II.
45.	27 30	27 33	27 36	27 40	27 43	27 46	15.
30.	30 52	30 56	30 59	31 3	31 6	31 10	30.
15.	34 20	34 24	34 28	34 32	34 35	34 39	45.
IX.	37 55	37 59	38 3	38 7	38 11	38 18	III.
45.	41 37	41 41	41 45	41 49	41 53	41 57	15.
30.	45 26	45 30	45 34	45 38	45 42	45 46	30.
15.	49 23	49 27	49 31	49 35	49 39	49 42	45.
VIII.	53 27	53 31	53 35	53 39	53 43	53 46	IV.
45.	57 40	57 44	57 47	57 51	57 54	57 57	15.
30.	62 0	62 3	62 7	62 10	62 13	62 16	30.
15.	66 27	66 30	66 33	66 36	66 39	66 42	45.
VII.	71 1	71 4	71 6	71 9	71 11	71 13	V.
45.	75 41	75 43	75 44	75 46	75 48	75 50	15.
30.	80 25	80 26	80 27	80 28	80 30	80 31	30.
15.	85 12	85 12	85 13	85 14	85 14	85 15	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horisontaux.

HEURES du matin.	LATITUDES ou HAUTEURS DU POLE.						HEURES du soir.
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	52. 10	52. 20	52. 30	52. 40	52. 50	53. 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 58	2 58	2 59	2 59	2 59	3 0	15.
30.	5 56	5 57	5 58	5 59	5 59	6 0	30.
15.	8 56	8 57	8 58	8 59	9 0	9 2	45.
XI.	11 57	11 59	12 0	12 2	12 3	12 5	I.
45.	15 1	15 2	15 4	15 6	15 8	15 10	15.
30.	18 7	18 9	18 12	18 14	18 16	18 18	30.
15.	21 17	21 19	21 22	21 25	21 27	21 30	45.
X.	24 31	24 34	24 37	24 40	24 42	24 45	II.
45.	27 49	27 53	27 56	27 59	28 2	28 5	15.
30.	31 13	31 17	31 20	31 23	31 27	31 30	30.
15.	34 43	34 46	34 50	34 53	34 57	35 0	45.
IX.	38 18	38 22	38 26	38 29	38 33	38 37	III.
45.	42 0	42 4	42 8	42 12	42 16	42 19	15.
30.	45 50	45 54	45 57	46 1	46 5	46 9	30.
15.	49 46	49 50	49 54	49 58	50 1	50 5	45.
VIII.	53 50	53 54	53 57	54 0	54 5	54 8	IV.
45.	58 1	58 5	58 8	58 12	58 15	58 18	15.
30.	62 20	62 23	62 26	62 29	62 32	62 35	30.
15.	66 45	66 47	66 50	66 53	66 56	66 58	45.
VII.	71 16	71 18	71 20	71 23	71 25	71 27	V.
45.	75 52	75 54	75 56	75 57	75 59	76 1	15.
30.	80 32	80 34	80 35	80 36	80 37	80 38	30.
15.	85 15	85 16	85 17	85 17	85 18	85 19	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table du nombre de secondes dont une Pendule réglée sur le moyen mouvement du Soleil, doit avancer ou retarder chaque jour sur le Midi d'une Méridienne ordinaire.

Jours du Mois.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.
	A	A	R	R	R	A	A	R	R	R	A	A
1	28″	7″	13″	18″	7″	9″	11″	4″	19″	19″	0″	24
2	28	7	13	18	6	10	11	5	19	18	1	24
3	27	6	14	18	6	10	11	5	19	18	1	25
4	27	5	14	18	5	10	10	6	20	17	2	25
5	27	4	14	18	5	10	10	7	20	17	3	26
6	26	3	15	17	4	11	10	7	20	17	4	26
7	26	3	15	17	4	11	9	7	20	16	5	27
8	25	2	16	17	3	11	9	8	20	16	6	27
9	25	1	16	16	3	12	8	8	20	15	7	28
10	24	R	16	16	2	12	8	9	21	15	7	28
11	23	1	17	16	1	12	7	10	21	14	8	28
12	23	1	17	16	1	12	7	10	21	14	9	29
13	22	2	17	15	0	12	7	11	21	13	10	29
14	22	2	17	15	A	12	6	11	21	13	11	29
15	21	3	17	15	1	13	6	12	21	12	12	29
16	20	4	17	14	2	13	5	13	21	12	12	30
17	19	5	18	14	2	13	5	13	21	11	13	30
18	19	5	18	14	2	13	4	13	21	10	14	30
19	18	6	18	13	3	13	4	14	21	10	15	30
20	18	7	18	13	3	13	3	14	21	9	16	30
21	16	7	18	12	4	13	2	15	21	8	16	30
22	16	8	18	12	5	13	2	15	21	8	17	30
23	15	9	19	11	5	13	1	15	20	7	18	30
24	14	9	19	11	6	13	1	16	20	6	19	30
25	13	10	19	10	6	12	R	16	20	5	20	30
26	12	11	19	10	7	12	0	17	20	5	20	30
27	11	11	19	9	7	12	1	17	19	4	21	29
28	11	12	19	8	7	12	2	17	19	3	21	29
29	10		19	8	8	12	2	18	19	2	22	29
30	9		19	7	8	11	3	18	19	2	23	29
31	8		18		9		3	19		1		28

Table de l'Equation du tems, calculée pour chaque dégré de l'Ecliptique.

Dégrés de l'Ecliptique.	0 signe. ♈ M. S. Addit.	1 signe. ♉ M. S. Soustr.	2 signe. ♊ M. S. Soustr.	3 signe. ♋ M. S. Addit.	4 signe. ♌ M. S. Addit.	5 signe. ♍ M. S. Addit.	Dégrés de l'Ecliptique.
0.	7′ 36″	1′ 9″	3′ 51″	1′ 12″	5′ 55″	2′ 19″	0.
1.	7 17	1 22	3 47	1 26	5 56	2 3	1.
2.	6 59	1 35	3 43	1 39	5 57	1 46	2.
3.	6 40	1 47	3 38	1 52	5 58	1 29	3.
4.	6 21	1 59	3 32	2 5	5 58	1 12	4.
5.	6 2	2 11	3 26	2 18	5 57	0 55	5.
6.	5 43	2 22	3 19	2 31	5 56	0 37	6.
7.	5 25	2 32	3 12	2 44	5 55	0 18	7.
8.	5 6	2 42	3 5	2 56	5 53	0 0	8.
9.	4 47	2 51	2 56	3 9	5 50	0 19	9.
10.	4 28	3 0	2 48	3 21	5 46	0 38	10.
11.	4 9	3 8	2 39	3 33	5 41	0 58	11.
12.	3 50	3 16	2 29	3 44	5 35	1 18	12.
13.	3 32	3 23	2 19	3 55	5 28	1 38	13.
14.	3 13	3 30	2 9	4 6	5 21	1 58	14.
15.	2 55	3 36	1 58	4 16	5 14	2 18	15.
16.	2 37	3 41	1 47	4 26	5 7	2 39	16.
17.	2 19	3 46	1 36	4 36	5 59	3 0	17.
18.	2 1	3 50	1 24	4 45	4 50	3 22	18.
19.	1 43	3 53	1 12	4 54	4 41	3 43	19.
20.	1 26	3 56	1 0	5 2	4 31	4 4	20.
21.	1 9	3 58	0 47	5 10	4 20	4 26	21.
22.	0 53	4 0	0 34	5 17	4 9	4 47	22.
23.	0 36	4 1	0 21	5 23	3 57	5 8	23.
24.	0 20	4 2	0 8	5 29	3 45	5 30	24.
25.	0 4	4 1	0 5	5 35	3 32	5 51	25.
26.	0 11	4 0	0 18	5 40	3 18	6 12	26.
27.	0 26	3 59	0 32	5 45	3 4	6 34	27.
28.	0 41	3 57	0 45	5 49	2 50	6 55	28.
29.	0 55	3 54	0 59	5 53	2 35	7 16	29.
30.	1 9	3 51	1 12	5 55	2 19	7 37	30.

Suite de la Table de l'Equatiou du tems, calculée pour chaque dégré de l'Ecliptique.

Dégrés de l'Ecliptique.	6 signe. ♍ M. S. Souſtr.	7 signe. ♎ M. S. Souſtr.	8 signe. ♏ M. S. Souſtr.	9 signe. ♐ M. S. Souſtr.	10 sign. ♑ M. S. Addit.	11 sign. ♒ M. S. Addit.	Dégrés de l'Ecliptique.
0.	7′ 37″	15′29″	13′28″	1′ 8″	11′28″	14′18″	0.
1.	7 58	15 35	13 12	0 38	11 44	14 12	1.
2.	8 18	15 42	12 57	0 8	12 1	14 6	2.
3.	8 38	15 48	12 40	0Ad.21	12 17	13 58	3.
4.	8 58	15 53	12 21	0 50	12 32	13 50	4.
5.	9 18	15 58	12 1	1 20	12 46	13 42	5.
6.	9 38	16 2	11 41	1 49	12 59	13 33	6.
7.	9 57	16 5	11 20	2 18	13 11	13 23	7.
8.	10 16	16 7	10 58	2 46	13 22	13 13	8.
9.	10 35	16 8	10 34	3 15	13 33	13 2	9.
10.	10 54	16 9	10 10	3 43	13 43	12 50	10.
11.	11 12	16 9	9 47	4 11	13 52	12 38	11.
12.	11 30	16 8	9 23	4 38	14 0	12 26	12.
13.	11 47	16 7	8 58	5 5	14 7	12 13	13.
14.	12 4	16 6	8 33	5 31	14 14	11 59	14.
15.	12 20	16 3	8 8	5 57	14 20	11 45	15.
16.	12 36	15 58	7 42	6 23	14 25	11 31	16.
17.	12 52	15 52	7 16	6 48	14 30	11 16	17.
18.	13 7	15 45	6 50	7 13	14 33	11 1	18.
19.	13 22	15 37	6 23	7 37	14 36	10 46	19.
20.	13 37	15 29	5 56	8 1	14 38	10 30	20.
21.	13 51	15 20	5 28	8 25	14 39	10 14	21.
22.	14 5	15 11	5 0	8 48	14 40	9 57	22.
23.	14 18	15 1	4 31	9 10	14 40	9 40	23.
24.	14 30	14 50	4 3	9 32	14 39	9 23	24.
25.	14 41	14 38	3 34	9 53	14 37	9 6	25.
26.	14 52	14 26	3 6	10 13	14 34	8 48	26.
27.	15 2	14 13	2 37	10 33	14 31	8 30	27.
28.	15 12	13 58	2 7	10 52	14 27	8 12	28.
29.	15 21	13 43	1 38	11 11	14 23	7 54	29.
30.	15 29	13 28	1 8	11 28	14 18	7 36	30.

TABLE ALPHABETIQUE DES TERMES ET MATIERES CONTENUES DANS CE TRAITÉ.

Le premier nombre indique l'article, & le ſecond indique la page. Par exemple, 26. 17. ſignifie article 26. pag. 17. *Lorſqu'on trouvera un trait — après le premier nombre, & après ce trait deux autres nombres ſéparés par un point: comme ceci 20—25. 18 cela ſignifie* article 20 & ſuivans juſqu'au 25 inclusivement, pag. 18.

A

Addition, premiere regle de l'Arithmétique. Il faut néceſſairement la ſavoir pour ſe ſervir de ce Traité, *Préface*, p. 1

Aigu, ou pointu, c'eſt la même choſe.

Aigu (angle). 13. 4

Aiguille aimantée, *voy.* Bouſſole.

Aiguille d'un Cadran, terme dont le vulgaire ſe ſert quelquefois, pour dire l'axe ou le ſtyle d'un Cadran.

Aiman, *voy.* Déclinaiſon de l'Aiman.

Aimanter une aiguille de Bouſſole. 416. 284

Air, cauſe de la réfraction, *voy.* réfraction.

Amplitude du Soleil: c'eſt la diſtance entre le point de l'Orient ou de l'Occident vrai, & le point où le Soleil ſe leve ou ſe couche. Les degrés de l'amplitude ſe comptent ſur l'horiſon, & l'arc de l'horiſon compris entre le point de l'Orient ou de l'Occident vrai, & l'autre point où le Soleil ſe leve ou ſe couche, eſt l'angle de l'amplitude du Soleil; cet angle change chaque jour, parceque le Soleil ſe leve & ſe couche en un point différent de l'horiſon. Le jour de chaque Solſtice, ſoit d'Hiver, ſoit d'Eté, eſt la plus grande amplitude du Soleil, qui eſt encore différente dans chaque Pays, ſelon la différente élévation du Pôle; mais le jour

des Equinoxes il n'y a point d'amplitude en aucun Païs du monde, parceque le Soleil ſe leve & ſe couche aux points de l'Orient & de l'Occident vrais. L'amplitude eſt appellée *ortive* lorſqu'elle eſt du côté de l'Orient; elle eſt appellée *occaſe* lorſqu'elle eſt du côté de l'Occident. Si l'on eſt curieux de trouver l'angle de l'amplitude du Soleil pour tel jour que l'on voudra, on fera cette Analogie.

Le ſinus du complement de la Latitude,
eſt au ſinus total,
comme le ſinus de la déclinaiſon du Soleil à tel jour,
eſt au ſinus de l'amplitude ortive *ou* occaſe *à ce même jour.*

Nous n'expliquons point cette Analogie, parcequ'elle eſt fort ſimple. Il eſt bon de connoître la plus grande amplitude du Soleil, pour ſavoir les premieres & dernieres heures qu'on doit marquer ſur les Cadrans verticaux déclinans.

Analemme, ce que c'eſt. Cadran portatif analemmatique. Sa deſcription. 446 – 448. 303

Analogie, dans la Gnomonique, ce que c'eſt pour le calcul de tout ce qui regarde les Cadrans Solaires. 108 – 113. 45 *voyez*. Calcul.

Angle; ce que c'eſt. 9 – 13. 3

Angle horaire, c'eſt celui qui eſt formé entre la méridienne ou la ſouſtylaire & la ligne horaire. Chaque angle horaire a ſon ſommet au centre du Cadran, *voy*. Sommet. 130. 65

Angle du vertical du Soleil avec le Méridien. Angle du vertical du Soleil, avec le plan vertical. *voy*. Vertical. Angle de la hauteur du Soleil. *voy*. Hauteur du Soleil.

Anneau aſtronomique, eſpece de Cadran portatif; ce que c'eſt; ſa deſcription & ſon uſage. 440—445. 300

Année commune; c'eſt, ou la premiere, ou la ſeconde, ou la troiſieme après la biſſextile. Il eſt néceſſaire de ſavoir quelle elle eſt à l'égard de la biſſextile, pour ſe ſervir de la Table de la déclinaiſon du Soleil. 189. 115
voy. l'explication des Tables à ce ſujet. 463. 247

Antarctique (Pôle); ce que c'eſt. 41. 11

Apparent (tems); c'eſt la même choſe que tems vrai. 369. 240

Aquilon; c'eſt la même choſe que Nord. C'eſt l'un des quatre points Cardinaux.

Arc, en général, eſt une portion de ligne courbe, qui fait partie de la circonférence d'un cercle, art. 8 – 29, 3 *& ſuiv.* où l'on verra que le mot *arc* eſt ſouvent pris pour le mot *angle*, parcequ'un arc eſt la meſure de l'angle.

Arcs des ſignes. Ce ſont des lignes courbes qui repréſentent

la trace que fait le Soleil sur le plan du Cadran, lorsqu'il parcourt tel degré de tel signe du Zodiaque. *voy.* signes du Zodiaque, & *encore* points des signes.
Arctique (Pôle) ou Septentrional, ce que c'est. 41. 11
Arithmétique; il faut en savoir les trois ou quatre premieres Regles, *Préface*, pag. *vj.*
Armillaire (Sphere). *voy.* Sphere.
Astronomie. Science de la connoissance des mouvemens, des distances, des grandeurs, des périodes ou révolutions & des éclipses des Astres ou corps célestes.
Atmosphere, quantité d'air immense qui environne toute la terre & qui cause la réfraction, *voy.* réfraction.
Austral, ou méridional, c'est la même chose.
Axe du monde, ligne droite que l'on conçoit passer par le centre de la Terre ou du Monde, & qui se termine aux deux Pôles. C'est autour de cet axe que toute la machine du monde fait un tour en vingt-quatre heures d'Orient en Occident. 41. 11
Axe du Cadran; ce que c'est, & sa différen. avec le style. 69. 17
Les axes de tous les Cadrans, quels qu'ils soient, doivent être paralleles à l'axe du monde.
Axe du Cadran horisontal, sa matiere, comment trouver son angle & comment le poser. 144—145. 81
Axe du Cadran oriental & occidental. 158. 93
Axe du Cadran Polaire. 168. 100
Axe des Cadrans verticaux déclinans & non déclinans, déterminer sa longueur & son angle. 245 246. 158
maniere de poser cet axe. 247—251. 160
Axe des Cadrans verticaux sans centre. 280. 185

B

Balance (la); c'est un des douze Signes du Zodiaque.
Belier (le); c'est un des douze Signes du Zodiaque. On le compte ordinairement le premier. Le Belier & la Balance sont les deux Signes des Equinoxes, l'un au mois de Mars & l'autre au mois de Septembre. 49. 13
Bissextile (année); c'est l'année de 366 jours, qui arrive de quatre en quatre ans. Il y a une Table de la déclinaison du Soleil exprès pour les années bissextiles, *voy.* l'explication des Tables. 482—484. 326
Boreal, signifie Septentrional ou Nord.
Bousole, *voy.* Cadran portatif à Bousole.
Bousole, pour prendre la déclinais. des Plans, est un mauvais instrument pour cela & une mauvaise méthode. 200. 125

C

CADRAN Solaire, il y en a de pluſieurs eſpeces.
Cadran horiſontal, maniere de le décrire géométriquement. 123—127. 59
—Maniere de le tracer par le calcul. 128—143. 64
— Maniere d'y conſtruire & poſer l'axe, *voy.* axe.
—Maniere de l'orienter, *voy.* orienter.
Cadran vertical, méridional & ſeptentrional non déclinans; maniere de les décrire géometriquement. 150. 89
—Maniere de les décrire par le calcul. 151. 90
Cadran oriental & occidental; maniere de les décrire géometriquement. 155—159. 92
—Maniere de les décrire par le calcul. 160. 95
Cadran Equinoxial. Sa deſcription. 162—163. 97
Cadran Polaire, ſa deſcription géometrique, par le calcul, avec la maniere de l'orienter. 165—169. 99
Cadran vertical déclinant du Midi; maniere de le décrire géometriquement. 201—202. 127
—Déclinant du Septentrion. 203. 129
—Maniere de décrire le vertical déclinant du Midi par le calcul. 204—230. 130
—Maniere de tracer ce Cadran par le calcul. 231—243. 151
—Deſcription des déclinans du Septentrion. 244. 157
Cadrans verticaux ſans centre; maniere de les décrire, ſi le centre n'eſt pas fort éloigné. 265—271. 174
—par le calcul, quelqu'éloig. que ſoit le centre. 272—278. 177
—Maniere de faire & poſer l'axe à tous ces Cadrans, *voy.* axe.
Cadran incliné, ce que c'eſt, avec ſes notions préliminaires. Maniere de le décrire géometriquement. 281—292. 187
—Incliné ſupérieur du Midi & infér. du Nord. 293—297. 191
—Incliné ſupérieur du Nord & infér. du Midi. 298—300. 194
—Inclinés orientaux & occident. leur deſcript. 301—303. 195
—Inclinés déclinans; leur deſcript. géometriq. 308—318. 200
—Maniere de trouver par le calcul les angles des Cadrans inclinés. 319—333. 205
Cadran portatif à Bouſſole, ſa deſcription & ſon uſage 409—417. 279
Cadran portatif qui marque l'heure par la hauteur du Soleil. Il y en a de trois eſpeces, ſavoir:
— Le Cilindre portatif, *voy.* Cilindre portarif.
—Celui qui ſe trace ſur une ſuiface plane & verticale, ſa deſcription. 434—438. 297
—L'anneau aſtronomique, *voy.* anneau aſtronomique.

Cadran portatif analemmatique, voy. Analemme.
Calcul (le) c'eſt la meilleure de toutes les méthodes pour décrire les Cadrans ſolaires, & même l'on peut dire la ſeule bonne, ſi l'on veut quelque choſe de parfait : on enſeigne le calcul néceſſaire, aux articles. 98—122. 40
Calcul pour chaque Cadran en particulier, *voy.* au mot Cadran.
Calcul pour trouver la déclinaiſon des Plans, *voy* Déclinaiſ.
Capricorne, l'un des douze ſignes du Zodiaque. Lorſque le Soleil y entre, c'eſt le Solſtice d'Hiver.
Caracteres ou figures qui déſignent les ſignes du Zodiaque, *voy.* 52. 13
Cardinaux (les quatre points), ſont l'Orient, l'Occident, le Midi & le Septentrion.
Carte de la France, *voy.* explication de la Carte de la France.
Centre du cercle. 4. 2
—Maniere de trouver le centre d'un cercle. 37. 10
Centre du Cadran ; ce que c'eſt. 75. 18
—Maniere de trouver géometriquement le centre du Cadran pour la méridienne horiſontale. 362. 235
—par le calcul. 363. 236
—Maniere de trouver géometriquement le centre du Cadran pour la méridienne verticale. 366. 238
—Par le calcul. 367. 238
Centre diviſeur. 72. 18
Cercles de la Sphere, *voy.* Sphere.
Chapelle ou Chape, petit cône creux adhérent au milieu d'une aiguille aimantée pour la ſoutenir librement ſur le pivot de la Bouſſole.
Chapiteau du Cadran cilindrique portatif. 423. 290
Chariot, ou grande Ourſe, *voy.* Ourſe.
Chaſſis pour faire un Plan à tracer une méridienne horiſontale, ſa deſcription. 335. 213
Cilindre portatif, eſpece de Cadran, ſa deſcription géometrique, ſon calcul & ſa figure. 423—433. 290
Circonférence du cercle, ligne courbe qui le termine tout à l'entour. On conçoit tous les cercles de la Sphere diviſés en 360 degrés, &c. 5. 3
—Il y a de grands cercles dans la Sphere. 40. 11
voy. Sphere.
Commune (année), *voy.* année.
Compas. Il en faut de pluſieurs ſortes & grandeurs pour la pratique de la Gnomonique. 87. 21
Compas de proportion, ſon uſage. 382—386. 250
Compas à verge, ſa deſcript. ſa fig. & ſon uſage. 95—97. 25
Complément d'un arc ou d'un angle. 23. 6

Concave, ſuperficie courbe & creuſe comme le dedans d'une boule, ou même la courbure d'une ſimple ligne.
Conſtellation, aſſemblage d'un certain nombre d'Etoiles, auquel on a donné un nom. Les ſignes du Zodiaque ſont de conſtellations.
Conſtruction (lignes de), elles ſont ordinairement marquées par des points, ce qui ſignifie qu'elles ne ſervent dans les figures qu'afin de faire voir les opérations qu'il faut faire pour trouver celles qui ſont eſſentielles, & qui doivent demeurer. Enſuite on efface les lignes de conſtruction.
Conſtruction des figures géométriques. 31—37. 8
Convexe, ſuperficie courbe relevée en boſſe comme le dehors d'une boule.
Corde d'un arc ou d'un angle. 22. 6
Correction pour la méridienne horiſontale, *voy.* méridienne horiſontale
Correſpondantes (hauteurs), *voy.* hauteurs.
Cubique (racine). Son extract. par les Logarithmes. *voy.* log.
Coucher du Soleil, *voy.* lever du Soleil.
Curſeur, c'eſt une petite piece que l'on fait gliſſer le long d'une rainure ou fente dans le Cadran analemmatiq. 447. 237

D

Declinaison du Soleil, ce que c'eſt. 57—58. 15
—Maniere de s'en ſervir. 189. 115
—Plus ample explication de la déclinaiſon du Soleil, *voy.* l'explication des Tables. 482—484. 326
Déclinaiſon des Plans verticaux, maniere de la trouver, étant aſſuré du moment de Midi. 177. 107
—Autre maniere par le calcul. 183—199. 110
Déclinaiſon des Plans inclinés, comm. la trouver. 304—307. 197
Déclinaiſon de l'Aiman ou de l'aiguille aimantée, maniere de la corriger lorſqu'il eſt néceſſaire. 414. 284
Déclinatoire eſt un inſtrument pour trouver la déclinaiſon des Plans. Comme c'eſt une mauvaiſe méthode de s'en ſervir, nous n'en donnons point la deſcription.
Dégauchi, on le dit d'un Plan lorſqu'il eſt bien droit & bien plan, de façon qu'en appliquant une regle pardeſſus en tous ſens elle touche partout. C'eſt ainſi que doivent être tous les Plans ſur leſquels on trace des Cadrans ſolaires.
Démonſtration, nous entendons parler de la démonſtration Mathématique. C'eſt une preuve évidente que l'on donne que ce que l'on expoſe eſt vrai, ce qui ſe fait par l'explication des principes théoriques ſur leſquels on ſe fonde.

Diamétralement, se dit de deux points totalement opposés, comme les deux Pôles de la Sphere ou du monde qui sont diametralement opposés.
Diametre d'un cercle. 6. 3
—— Demi diametre ou rayon, c'est la même chose. 7. 3
Différence, en général, signifie l'excès ou le surplus, ou l'excédent d'un nombre ou d'une quantité, au-dessus d'un autre nombre ou quantité : par exemple, la différence entre 9 & 13 est 4, parceque 13 surpasse 9 de 4; ainsi pour avoir la différence entre deux nombres, il faut soustraire le plus petit du plus grand, le reste est la différence ou l'excès.
Différence des méridiens ou des longitudes aux Cadrans, ce que c'est. 204. 130
—— Maniere de la trouver pour les Cadrans verticaux par le calcul. 207. 131
—— Son usage pour le calcul des angles horaires des Cadrans verticaux. 209—210. 133
Différence des Méridiens entre Paris & les principaux lieux de la terre, *voy.* l'explication de cette Table. 316
Distance du Soleil au Pôle élevé ou Septentrional. 63. 16
—— Autre explication de la distance du Soleil au Pôle. 419. 286
Distance du Soleil au Zénit. 64. 16
Division, quatrieme regle de l'arithmétique. Il est bien convenable de la savoir pour certaines opérat. de la Gnomonique.
Dressé, ou bien droit ou bien plan, c'est la même chose.

E

Echelle des parties égales. Maniere de la faire. 96. 30
—— Maniere de la lire ou de la connoître, *à la fin du même art.*
—— Usage de l'échelle des parties égales pour faire tel angle que l'on voudra. 114—121. 52
—— pour trouver de combien de degrés est un angle déja fait, par l'échelle des parties égales. 120—122. 56
Echelle de cordes, sa construction & son usage. 97. 34
Ecliptique, ce que c'est. 46—48. 12
Ecrevisse ou Cancer, c'est un des douze Signes du Zodiaque. Lorsque le Soleil y entre, c'est le Solstice d'Eté.
Ecrouir, c'est durcir au marteau les métaux, comme l'or, l'argent, le cuivre, &c.
Elévation du Pôle, *voy.* hauteur du Pôle.
Enduire, *voy.* mur.
Ephémérides de M. de la Caille. C'est un Livre qui contient les calculs astronomiques pour plusieurs années; nous en avons tiré les Tables de la déclinaison du Soleil.

Equateur, ce que c'eſt. 44. 12
Equation du tems, *voy.* Horloge. 370. 241
Equerre double. Equerre triple, inſtrumens dont on ſe ſert pour poſer les axes des Cadrans. 93—94. 25
—— Leur uſage, *voy.* axe.
Equinoxe du Printems & celui d'Automne. 49. 13
Equinoxiale (ligne). voy. ligne équinoxiale.
Eſt, ou Orient, c'eſt la même choſe, c'eſt un des quatre points cardinaux.
Ether, c'eſt une eſpece d'air extrêmement ſubtil, que l'on croit remplir les eſpaces immenſes au-delà de l'Atmoſphere de la terre.
Etoiles. On peut s'en ſervir pour tracer une méridienne, *voy.* méridienne.
—— On peut s'en ſervir pour regler les Horloges. *voy.* Horloges
Etui de Mathématique, c'eſt une eſpece de Boîte qui contient ordinairement pluſieurs compas, un rapporteur ou demi cercle, un compas de proportion, une équerre, un porte-crayon, un tire ligne. On le garnit autant & ſi peu que l'on veut, ſelon la dépenſe que l'on veut y faire. Ces inſtrumens ſont ordinairement de ſix pouces de long & ſont en Laiton. Il eſt très convenable d'avoir un étui de Mathématique.
Excès ou différence, voy. différence.
Explication des Tables de Gnomonique. 315
Explication de la Carte de la France, pag. 333. On remarquera dans cette Carte que les points longs - - - - déterminent les limites du Royaume. Les limites des Gouvernemens ſont déſignées par des points longs & ronds alternativement mêlés - · - · - . & les petites Provinces enclavées dans ces Gouvernemens ſont terminées par de petits points de ſuite....
Extraction des racines pat les Logarithmes, *voy.* Logarithme.

G

Gemeaux, l'un des douze Signes du Zodiaque.
Genou, c'eſt ce qu'on met au haut du pied qui ſoutient certains inſtrumens de Mathématique, comme Graphometres Lunettes, Niveaux, &c. Il eſt compoſé d'une boule de cuivre enfermée dans deux demi Globes concaves qu'on ſerre à volonté au moyen d'une vis, & dans leſquels elle peut tourner en tous ſens pour pouvoir fixer l'inſtrument dans la ſituation convenable.
Géométrie, Science fort étendue & fort utile, dont l'objet eſt la meſure des lignes, des ſurfaces, des ſolides, des

quantités, des tems, des vîteſſes, des forces, &c.

Gnomon, ſignifie ſtyle, d'où vient le mot Gnomonique ou l'art de faire les Cadrans ſolaires. On appelle ordinairem. *Gnomon* la plaque percée qu'on met aux méridienes.

Gradué, qui ſe dit d'un cercle ou d'autre inſtrument où les degrés ſont marqués.

Graphometre, c'eſt un inſtrument de Mathématique qui conſiſte en un demi cercle gradué, au centre duquel eſt mobile une alidade, qui a une pinnule à chaque bout. Il y a deux autres pinnules fixes ſur la ligne diamétrale du demi cercle; le tout eſt ſoutenu ſur un pied avec un genou. Cet inſtrument eſt tout en cuivre. Il peut ſervir à la Gnomonique pour prendre ſur-le-champ la hauteur du Soleil, ce qui eſt fort commode & diſpenſe de tout l'attirail du calcul néceſſaire pour trouver cette hauteur du Soleil. Nous ne l'avons pourtant point mis au nombre des Inſtrumens néceſſaires à la Gnomonique, parceque l'on peut très bien s'en paſſer; mais ſi on ſe trouvoit en avoir un qui eût dix à douze pouces de diametre, & du reſte exactement conſtruit, on pourroit s'en ſervir, cette grandeur étant ſuffiſante pour que les minutes de deux en deux y ſoient aſſez ſenſibles. On peut voir ſon utilité. 361. 232

Dans ce cas on n'a pas beſoin de trouver le pied du Style ni de tirer la verticale, ni l'horiſontale, &c.

H

Hauteur de la plaque, *voy.* plaque.
Hauteur du Soleil, ce que c'eſt. 59. 15
——La trouver ſur un plan horiſontal. 347. 222
——La trouvet ſur un plan vertical. 187. 114
——La corriger de la réfraction. 188. 115
Hauteurs correſpondantes du Soleil, *voy.* méridienne horiſont.
Hauteur méridienne du Soleil, ce que c'eſt, la trouver. 60. 15
——Autre explication. 421. 289
Hauteur du Pôle, ce que c'eſt: elle eſt toujours égale à la latit.
On ne peut pas faire un Cadran ſans la connoître. 56. 15

Quoique nous ayons tâché de donner les moyens de la connoître par la table des *longitudes & des latitudes des principales Villes de l'Europe*, & par la Carte de la France que nous avons fait graver pour cela; cependant il peut ſe trouver des occaſions où il ſera utile de la ſavoir trouver ſoi-même; en voici la méthode la plus ſimple.

Suſpendez à un fil un plomb pointu qui tombe ſur le bout d'un Plan bien horiſontal; car le parfait niveau eſt eſſen-

tiel. On mettra à ce fil une perle ou un petit grain de chapelet qui puiſſe couler le long du fil. Le Plan horiſontal peut n'être autre choſe qu'une planche de bois bien dreſſée, nivellée avec ſoin, & poſée par terre. Le plomb étant bien arrêté, & le fil auſſi, on marquera le point du Plan où le plomb touchera. Ce ſera une eſpece de pied du ſtyle.

A l'inſtant de midi on marquera un autre point ſur le Plan au milieu de l'ombre de la perle, laquelle à cet effet, on hauſſera ou baiſſera, juſqu'à ce que ſon ombre donne auſſi loin qu'il ſe pourra du pied du ſtyle, ſelon la longueur de la planche. On meſurera avec une échelle de parties égales, la diſtance du point d'ombre au pied du ſtyle. On meſurera également la hauteur de la perle juſqu'au pied du ſtyle; enſuite on fera l'analogie ſuivante, pour trouver la hauteur du ſoleil:

La diſtance du point d'ombre au pied du ſtyle
eſt à la hauteur de la perle,
comme le ſinus total
eſt à la tangente de la hauteur du ſoleil,

qu'on corrigera de la refraction à l'ordinaire. Ayant trouvé la hauteur du ſoleil, on en ôtera la déclinaiſon du ſoleil, ſi elle eſt ſeptentrionale, ou on l'ajoutera ſi elle eſt méridionale; le reſte ou la ſomme ſera la hauteur de l'équateur, dont le complément eſt toujours la hauteur du pole.

Remarquez que n'étant pas ici queſtion de tracer une Méridienne, il n'eſt pas eſſentiel de ſavoir abſolument l'inſtant de midi. Si on l'ignore on tracera toute la trace de l'ombre de la perle pendant quelques minutes avant & après midi; & on déterminera le point d'ombre dont il s'agit à l'endroit de cette trace qui ſe trouvera le plus près du pied du ſtyle.

Hauteur du ſtyle, la trouver ſur le Plan vertical, 176. 1066
Hémiſphere, c'eſt-à-dire, moitié de la Sphere, 42— 44. 122
Heure. Maniere de trouver l'heure par le calcul, 365. 1899
Horaire. *voy.* point horaire, ligne horaire.
Horiſon, ce que c'eſt, 42. 111
Horiſontal, *voy.* Cadran horiſontal, ligne horiſontale.
Horloge ſolaire, ſignifie Cadran ſolaire.
Horloges. Maniere de les mettre à l'heure, 452. 3088
—Maniere de les régler par les Cadrans, 454—457. 3088
—Par la Méridienne du tems moyen, 460. 3111
—Par le lever & le coucher du ſoleil, 461. 3122
—Par les étoiles, 462—465. 3122

—Maniere de les avancer ou retarder, 458—459. 310
Hiver, *voy.* Solſtice d'hiver.

I.

IMAGE du ſoleil; terme dont on ſe ſert quelquefois pour exprimer le point de lumiere qui vient du trou de la plaque du ſtyle, ou du gnomon.
Inclinaiſon des Plans; ce que c'eſt, 281. 187
—Comment la trouver premierement, 290. 190
—Comment la trouver ſecondement, 291. 190
Incluſivement. Ce mot ſignifie la même choſe que, *y compris.* Par exemple, article 5 juſqu'à 10 incluſivement; cela veut que l'article 10 y eſt compris.
Indéfini, c'eſt-à dire, dont on ne preſcrit point de terme. Ainſi une ligne indéfinie eſt toujours plus longue qu'il ne faut: on n'en détermine point la longueur.
Inférieur, *voy.* Supérieur.
Interſection, ſignifie le point où deux lignes, ſoit courbes, ſoit droites, ſe coupent mutuellement.
Inſtrument; c'eſt ce dont on ſe ſert pour faire quelque opération de la main. On trouvera dans le Chapitre ſecond, page 21, la deſcription des principaux inſtrumens en uſage dans la gnomonique.
Iſoſcelle (triangle). 18. 5
—Uſage du triangle iſoſcelle, 247. 160

L.

LANGUETTE, eſt une partie mince, de quelque piece, pour remplir une rainure.
Latitude eſt la diſtance du zenit à l'équateur; elle eſt toujours égale à la hauteur du pole. On ſe ſert indifféremment de ces deux termes, qu'il faut regarder comme ſignifiant la même choſe, quoiqu'ils ayent réellement une ſignification différente, *voy.* Hauteur du pole.
Lettres indicatives; ce ſont les lettres de l'alphabet que l'on marque ſur différens endroits des figures des planches pour en donner l'intelligence.
Lever du ſoleil: on peut s'en ſervir pour éprouver ſi un Cadran horiſontal eſt bien orienté, ſuppoſé que l'horiſon ſoit bien découvert du côté de l'Orient. Pour cela il faut avoir une table du lever & coucher du ſoleil, calculée pour la hauteur du pole du lieu où l'on ſe trouve. Ce que nous diſons du lever du ſoleil doit s'entendre de ſon coucher.

On mettra une pendule ou montre ſur l'heure de midi, lorſque le Cadran horiſontal le marquera; & on verra le lendemain au lever du ſoleil ſi la montre marque l'heure indiquée dans la table. Ou ſi l'Orient n'eſt pas bien découvert, ayant des montagnes, &c. on ſe ſervira du coucher du ſoleil; après avoir mis la montre ou la pendule à l'heure du midi du Cadran horiſontal, on verra ſi le ſoleil ſe couche réellement à l'heure indiquée par la table, ce que l'on reconnoîtra à la pendule ou à la montre.

Si l'on n'a aucune table du lever & coucher du ſoleil calculée pour le lieu où l'on eſt, on pourra ſoi-même faire ce calcul pour le jour dont on aura beſoin. Le précepte en eſt le même que celui de l'art. 190, page 117. Mais au lieu de faire entrer dans ce calcul la hauteur du ſoleil dont on n'a pas beſoin, on y ſubſtituera 90° 32′ ce qui eſt la diſtance vraie du ſoleil au zenit lorſqu'il ſe leve ou qu'il ſe couche, y compris la correction de la refraction. Vers la fin de cette formule du calcul (190) on ſouſtrait le log. ſinus du troiſieme excès qui eſt celui de la diſtance du ſoleil au pole ſur la moitié de la premiere ſomme; mais pour le calcul du lever & coucher du ſoleil, on fera cette derniere ſouſtraction en ôtant le log. ſinus du premier excès qui eſt celui de 90° 32′ ſur la moitié de la premiere ſomme. Un exemple rendra ceci plus clair.

Suppoſons qu'on veuille ſavoir à Paris l'heure du lever & coucher du Soleil le 22 Février 1760. Ce jour-là la déclinaiſon du ſoleil, à midi, eſt de 10° 16′ méridionale, qu'on ajoutera à 90° (190) pour avoir la diſtance du ſoleil au pole qui ſera de 100° 16′. La hauteur du pole à Paris eſt de 48° 50′ dont le complément eſt 41° 10′; cela poſé,

Ajoutez enſemble les trois choſes ſuivantes:

1°. La diſtance du ſoleil au Zenit lorſqu'il ſe leve ou qu'il ſe couche y compris la correction de la refraction, c'eſt	90°	32′
2°. Le complément de la hauteur du pole, qui eſt	41°	10′
3°. La diſtance du ſoleil au pole, qui eſt . .	100°	16′
ſomme	231°	58′
Prenez la moitié de cette ſomme, qui eſt . .	115°	59′
Otez de cette moitié, 1°. La diſtance du ſoleil au Zenit, qui eſt	90°	32′
reſte	25°	27′

qui eſt le premier excès.

2°. Otez de la même moitié . . . . . 115° 59′
Le complément de la latitude, qui eſt . . 41° 10′

reſte 74° 49′

qui eſt le ſecond excès.

3°. Otez encore de la même moitié . . . . 115° 59′
la diſtance du ſoleil au pole, qui eſt . . . . 100° 16′

reſte 15° 43′

qui eſt le troiſieme excès.

Ajoutez enſemble les log. ſinus de ces trois excès pour en avoir la ſomme

25°	27′	963319
74°	49′	998457
15°	43′	943278

ſomme 2905054

de laquelle ôtez le log. ſinus de la moitié 115° 59′ de la premiere ſomme. Il faut en prendre le ſupplément qui eſt 64° 1′ dont le log. ſinus eſt 995372

reſte 1909682

prenez-en la moitié, qui eſt 954841
ajoutez-y le log. ſinus total, qui eſt . . . 1000000

ſomme 1954841

Otez de cette derniere ſomme le log. ſinus de 25° 27′, qui eſt le premier excès de 90° 32′ ſur la moitié 115° 59′ de la premiere ſomme; or le log. ſinus de 25° 27′ eſt 963319

reſte 991522

C'eſt le log. tangente de 39° 27′, leſquels il faut doubler. Ce ſera 78° 54′, qui étant réduits en tems, au moyen de la *Table du rapport des degrés au tems*, feront 5 h. 15′ 36″ ce ſera l'heure du coucher du ſoleil. Pour avoir l'heure de ſon lever, on ôtera ces 5 h. 15′ 36″ de 12 h. reſtera 6 h. 44′ 24″; c'eſt l'heure du lever du ſoleil.

Remarquez que pour une plus grande exactitude, au lieu de faire entrer dans le calcul la déclinaiſon du ſoleil à midi, comme on le trouve dans les tables, on pourroit la prendre approchante de l'heure de ſon lever, pour en avoir l'heure avec plus de préciſion, & on feroit le calcul exprès pour le lever du ſoleil; enſuite on en feroit un autre pour le coucher, auquel calcul on feroit entrer la déclinaiſon du ſoleil priſe vers l'heure de ſon coucher. Mais les refractions horiſontales ſont ſi irrégulieres & ſi variables, qu'on riſqueroit de n'en être pas plus avancé.

Ligne horaire, c'eſt celle que l'ombre du ſtyle ou de l'axe doit atteindre ou couvrir à une certaine heure. Tout l'art de la Gnomonique conſiſte à trouver exactement la poſition des lignes horaires.
—Maniere d'en joindre quelques-unes à une méridienne, *voy.* Méridienne.
Ligne horiſontale, c'eſt-à-dire, de niveau, 1. 2
—L'horiſontale du Plan, ce que c'eſt, 70. 117
—Maniere de la tracer, 175. 1035
Ligne équinoxiale, 76. 159
—Maniere de la décrire au Cadran horiſontal, 123. 600
—Au Cadran oriental & occidental, 156. 913
—Au polaire, 166—167. 959
—Au Cadran vertical déclinant du midi, 201. 1218
—Aux Cadrans inclinés, orientaux & occident. 301. 1906
—Au Cadran incliné déclinant, 311. 2022
Ligne ſouſtylaire, ce que c'eſt, 74. 118
—Maniere de la tracer géométriquement aux Cadrans verticaux déclinans, 201. 1277
——De quel côté il faut la poſer, 202. 1259
——Comment la trouver par le calcul, 205. 1300
——La tracer géométriquem. aux Cadrans inclinés, 301. 1906
——Aux inclinés déclinans, 310. 2022
——A ceux-ci par le calcul, 330. 2100
Ligne de déclinaiſon, de quel côté il la faut poſer aux Cadrans inclinés déclinans, 309. 2011
Ligne verticale, eſt toujours à plomb. On dit la verticale du Plan, c'eſt une ligne eſſentielle à la deſcription des Cadrans verticaux & inclinés, 71. 118
——Maniere de la tracer, 174. 1044
Limbe, c'eſt le bord de la circonférence extérieure, ordinairement graduée d'un cercle ou d'un demi cercle.
Lion (le), c'eſt l'un des douze ſignes du Zodiaque.
Logarithme, 107. 455
——Uſage & propriétés des logarithmes, 108—111. 455
Longitude, *voy.* Différence des Méridiens ou des longitudes.
Longueur de l'axe, ce que c'eſt, & comment on la détermine aux Cadrans horiſontaux, 144. 811
——Aux Cadrans verticaux, 245. 1588
Longueur de la méridienne, *voy.* Méridienne.
Lumiere (point de), ce que c'eſt, 177. 1077
——Maniere de prendre ce point de lumiere exactement, 183. 1100

On fera bien de voir la figure 79 de la planche 28, où l'on remarque l'ombre F de la plaque S. On y voit l'ovale

de lumiere qui n'eſt point au milieu de l'ombre de la plaque. On apperçoit un point qui eſt un peu plus haut ou plus près du pied du ſtyle que le centre de cette ovale de lumiere. C'eſt ce point qu'il faut prendre & non le milieu de l'ovale de lumiere.

M

MANDRIN, piece de fer ou d'acier qu'on appelle auſſi quelquefois, *poinçon*; il eſt d'une telle forme qu'il ſoit propre à donner la figure & les dimenſions convenables dans une ouverture, ou dans l'intérieur d'un ouvrage fait de quelque métal en frappant deſſus à coups de marteau.

Mathématiques, ſcience des quantités & des proportions de tout ce qui eſt capable d'être compté ou meſuré : ce qui eſt d'une étendue immenſe; puiſque toutes les choſes ſont finies, & par conſéquent meſurables. Il n'y a donc rien dans le monde qui ne ſoit l'objet des mathématiques. Cette ſcience eſt diviſée en quantité d'autres, comme la géométrie, la trigonometrie, l'arithmetique, l'aſtronomie, la méchanique, l'optique, la géographie, &c.

Méridien, grand cercle de la Sphere, 43. 11

—— Le Méridien du lieu eſt repréſenté ſur le Cadran par la ligne horaire qui marque midi.

—— Le Méridien du Plan du Cadran eſt repréſenté par la ſouſtylaire dans les Cadrans verticaux, déclinans & inclinés, 74. 18

Voy. Ligne ſouſtylaire.

—— La méridienne dans les Cadrans eſt toujours la ligne qui marque midi.

Méridienne horiſontale. Préparation particuliere d'un Plan pour tracer une Méridienne horiſontale, 335. 213

—— Premiere maniere de tracer une Méridienne horiſontale, par des hauteurs correſpondantes du ſoleil, 336—344. 215

—— La corriger du changement de déclinaiſon du ſoleil, 343—344. 217

—— Seconde maniere de la tracer, par les étoiles, 345—346. 220

—— Troiſieme maniere de la tracer, par le calcul & par un ſeul point de lumiere, 347. 222

—— Maniere de tracer la grande Méridienne horiſontale dans les ſales ou dans les Egliſes ſur le pavé, 348—355. 224

On peut encore ſe ſervir de la méthode de l'article 347 pour tracer la grande Méridienne horiſontale, en obſervant ce qui eſt contenu dans la remarque de la fin du même article, lorſque le Plan n'eſt pas parfaitement de niveau,

comme il arrive preſque toujours. Cette méthode conſiſte à trouver la hauteur du ſoleil au moyen d'un gnomon ou ſtyle ſur un Plan horiſontal; ce qui ſervira à connoître l'heure au moment où l'on marque le point de lumiere ſur le Plan. Pour cela il faut meſurer la diſtance du point de lumiere au pied du ſtyle, qui ne paroît pas le plus ſouvent ſur le Plan ou le Parquet; c'eſt pourquoi on ſe ſervira des expédiens indiqués dans les articles 350 & 351. Lorſqu'on connoîtra cette diſtance & la hauteur du ſtyle, on fera l'analogie de l'article 347, regardant le point de lumiere comme le point D, & le pied du ſtyle ſera C. *Pl.* 22. *Fig.* 59. Et enſuite ayant fait le calcul de l'article 361, on ſaura l'heure & la ſeconde qu'il étoit au moment où l'on aura marqué le point de lumiere D, & par-là l'inſtant de midi, auquel inſtant on marquera ſur le Parquet un autre point au milieu de l'ovale de lumiere, par lequel & par le pied du ſtyle doit paſſer la Méridienne. On peut voir la *Pl.* 24. *Fig.* 62, où le trou A de la plaque eſt le gnomon.

Méridienne verticale. Premiere maniere de la tracer, 356—358. 231

—— Pour les Plans irréguliers, 359. 231

—— Seconde maniere de la tracer, 359—360. 231

—— Maniere de déterminer la longueur de la grande Méridienne horiſontale, 349. 224

—— Maniere de déterminer la longueur de la Méridienne verticale, 357. 231

—— Joindre quelques lignes horaires à une Méridienne horiſontale, 362—365. 235

—— Joindre quelques lignes horaires à une Méridienne verticale, 366—368. 238

Méridienne horiſontale du tems moyen, *voy.* Tems moyen.

Méridienne verticale du tems moyen, *voy.* Tems moyen.

Midi (l'heure de) eſt toujours le milieu du jour où l'on compte la douzieme heure. C'eſt le moment où le ſoleil eſt arrivé au Méridien du lieu.

Midi, ou Sud, c'eſt un des quatre points cardinaux du monde, diametralement oppoſé au Nord ou Septentrion.

Midi (ligne de), *voy.* Méridienne.

Minute d'heure, c'eſt la ſoixantieme partie de l'heure.

Minute de degré, c'eſt la ſoixantieme partie du degré.

Montre de poche: Maniere de les regler, *voy.* Horloges.

Montre de poche: l'uſage qu'on en fait pour faire la correction de la petite Méridienne horiſontale que l'on trace hors des tems des ſolſtices, 344. 218

—— Autre

—Autre uſage pour orienter un Cadran horiſont. 146. 83
—Autre uſage pour le calcul, pour ſavoir l'heure qu'il eſt par la hauteur du ſoleil lorſque l'on veut tracer une Méridienne, 361. 232
Montre ſolaire, terme en uſage parmi le peuple pour dire Cadran ſolaire.
Multiplication, troiſieme regle de l'arithmétique, qu'il eſt bon de ſavoir pour certaines opérations de la Gnomonique.
Mur, ou muraille ſur laquelle on doit faire un Cadran ſolaire.
Maniere de préparer le mur par un bon enduit, 149. 87

N

NADIR, ce que c'eſt, 39. 11
Niveau d'air & niveau ordinaire, 89. 22
—Son uſage pour poſer un Cadran horiſontal, 146. 83
—Son uſage pour tirer la ligne horiſontale, 175. 105
Nord, ou autrement dit le Septentrion, c'eſt un des quatre points cardinaux du monde, oppoſé au Midi ou Sud.
Notion, c'eſt une idée ou connoiſſance d'une choſe; ainſi l'on dit, notions de la Sphere, pour dire une idée de la Sphere.

O

OBliquité de l'écliptique, c'eſt l'angle que fait l'écliptique avec l'équateur, 47. 12
Obtus (angle), c'eſt-à-dire qui eſt plus ouvert qu'un angle droit ou de 90 degrés.
Occaſe (amplitude), *voy.* Amplitude.
Occident, ou le Couchant, ou l'Oueſt, eſt la même choſe: c'eſt le point de l'horiſon où le ſoleil ſe couche. Il y a l'Occident vrai qui eſt un des 4 points cardinaux du monde, 44. 12
Occidental, c'eſt-à-dire tourné vers l'Occident. Cadran occidental, *voy.* Cadran occidental.
Orient, ou le Levant, point de l'horiſon où le ſoleil ſe leve. Il y a l'Orient vrai, qui eſt un des quatre points cardinaux du monde, *voy.* Occident.
Oriental, c'eſt-à-dire tourné vers l'Orient, *voy.* Cadran oriental.
Orienter un Cadran horiſontal, 146. 83
Ortive (amplitude), *voy.* Amplitude.
Ortographique (projection), c'eſt, en parlant de la Sphere, la repréſentation de ſes cercles ſur un Plan droit.
Oueſt, ou Occident, c'eſt la même choſe, *voy.* Occident.
Ourſe (grande) & petite ourſe, conſtellation dont on peut ſe ſervir pour tracer une Méridienne, *voy.* Méridienne.

P

Parallele, ce que c'eſt, 3. 2
Paralleles des ſignes du Zodiaque, ce ſont des lignes, ou droites, ou courbes, qu'on trace ſur les Cadrans ſolaires, & qui repréſentent la trace du ſoleil lorſqu'il parcourt les ſignes ou leurs cercles qui ſont paralleles à l'équateur, *voy.* Points des ſignes.
Parallelogramme, ſignifie ce qu'on appelle vulgairement quarré long.
Parquet, aſſemblage de menuiſerie que l'on poſe à terre dans les appartemens pour y ſervir de pavé. Comme un parquet eſt ordinairement fort uni & bien dreſſé, on conſeille d'y tracer les grands Cadrans avant que de les tracer ſur le mur, 231. 151
Peinture du Cadran & de l'axe, 252—255. 165
Perpendiculaire, 2. 2
Pied du ſtyle, ce que c'eſt, 68. 17
——Maniere de le trouver aux Plans vertic. 171—173. 103
——Trouver ſa hauteur, *voy.* Hauteur du ſtyle.
——Maniere de trouver le pied du ſtyle, lorſqu'il eſt caché, pour la grande Méridienne horiſontale, 350. 226
Pinnule, piece de cuivre percée ou fendue, élevée perpendiculairement ſur le bord d'un inſtrument propre à obſerver, ou ſur le bout d'une alidade. C'eſt par le petit trou, ou la petite fente, qu'on regarde les objets qu'on veut obſerver. On met toujours deux pinnules l'une vis-à-vis de l'autre. Il y a un Cadran portatif à deux pinnules, *voy.* Cadran portatif.
Plan, ce que c'eſt, 66. 16
Plaque percée, trouver ſa hauteur pour la Méridienne horiſontale, 349. 224
——Pour la Méridienne verticale, 356. 229
Plomb pointu, ce que c'eſt, 90. 22
——Il ſert à trouver le pied du ſtyle ſur les Plans horiſontaux.
Point d'été, point d'hiver; ce ſont les deux points des ſolſtices. Le premier lorſque le ſoleil eſt arrivé le plus près de notre Zenit, qui eſt le plus éloigné de l'équateur du côté du pole ſeptentrional; & le ſecond, lorſque le ſoleil eſt le plus éloigné de notre Zenit & le plus éloigné de l'équateur du côté du pole méridional.
Points cardinaux, ce ſont les quatre ſuivans, le Midi, le Septentrion, l'Orient & l'Occident vrais, c'eſt-à-dire au jour des équinoxes.

Points horaires, ce ſont ceux ſur leſquels doivent paſſer les lignes horaires. Leur détermination fait l'objet le plus eſſentiel de la gnomonique : on les détermine de deux manieres, l'une Géometrique, & l'autre par le calcul ; celle-ci eſt la meilleure.

Points des ſignes du Zodiaque dans les Cadrans, ce ſont ceux par leſquels doivent paſſer les lignes droites ou courbes qui repréſentent les paralleles des ſignes.

—— Maniere de les trouver géometriquement ſur la Méridienne horiſontale, 377—378. 224

—— Par le calcul, 379—383. 247

—— Maniere de les trouver géometriquement ſur la Méridienne verticale, 389. 258

—— Par le calcul, 390. 259

—— Maniere de les trouver par le calcul aux Méridiennes verticales lorſque le Plan décline conſidérablement, 397—399. 268

Point de lumiere, *voy.* Lumiere.

Poiſſons, c'eſt l'un des douze ſignes du Zodiaque.

Poles du monde, deux points de la Sphere diamétralement oppoſés, au tour deſquels le monde paroît faire une révolution dans vingt-quatre heures, 41. 11

—— *voy.* Hauteur du pole.

Préliminaires (notions), c'eſt-à-dire qui doivent précéder, que l'on doit lire avant ce qui ſuit.

Projection, c'eſt une repréſentation par des lignes.

Proportion, *voy.* Analogie.

Q

Quarré long ou rectangle ou parallélogramme rectangle ; c'eſt la même choſe.

Quarrer un nombre, c'eſt le multiplier par lui-même, comme ſi l'on veut quarrer le nombre 12, il faut dire 12 fois 12 font 144, ainſi 144 eſt le quarré de 12.

Quotient, terme en uſage dans la quatrieme regle de l'Arithmétique ; il ſignifie *combien de fois*. On veut ſavoir combien de fois 6 eſt contenu dans 24 ; il y eſt quatre fois, ainſi le nombre 4 eſt le quotient.

R

Racine cubique, en faire l'extraction par les logarithmes. 110. 48

Racine quarrée, en faire l'extraction par les logarithm. 110. 48

Rainure, c'eſt une ouverture longue & étroite faite pour re-

cevoir ordinairement une languette ou autre piece qui peut couler d'un bout à l'autre en maniere de couliſſe.
Rapporteur, c'eſt le demi cercle qui eſt ordinairement dans l'étui de Mathématiques. Il y en a de corne, qui ſont fort commodes.
Rayon, ligne droite menée du centre du cercle à la circonfér.
Rayon d'une échelle des parties égales, ou d'une échelle de cordes 115—119. 53
Rayon de l'Equateur, ce que c'eſt au Cadran horiſont. 123. 60
——au Cadran vertical. 201. 128
Rectangle, voy. quarré long ou parallelogramme.
Réfraction, c'eſt une courbure des rayons du Soleil, qui ſe fait dans l'air & qui fait paroître le Soleil plus élevé qu'il n'eſt effectivement. On peut comparer la réfraction à un bâton droit qu'on enfonce en pente dans l'eau. On remarque qu'il ne paroît plus droit, mais la partie qui eſt dans l'eau ſemble recourbée. C'eſt ainſi que font les rayons du Soleil venant d'un air très ſubtil, & paſſant par celui qui environne la terre, qui eſt beaucoup plus groſſier & qu'on appelle l'atmoſphere, *voy.* atmoſphere.
——Corriger la hauteur du Soleil de la réfraction, *voy.* Hauteur du Soleil.
Regle, Inſtrument qui ſe fait ordinairement de bois. Elle ſert à tirer des lignes droites.
Regler les Horloges, *voy.* Horloges.
Reſte, ou excès ou différence, *voy.* différence.

S

SAGITTAIRE, l'un des douze ſignes du Zodiaque.
Scalene (triangle), ce que c'eſt. 19. 5
Scorpion, l'un des douze Signes du Zodiaque.
Seconde, c'eſt la ſoixantieme partie de la minute, ſoit de degré ſoit de tems.
Septentrion, voy. Nord.
Septentrional ou Boréal, c'eſt la même choſe, c'eſt-à dire, tourné vers le Septentrion : *voy.* Cadran Septentrional.
Signes du Zodiaque, c'eſt ainſi qu'on appelle les douze diviſions qui compoſent les 360 degrés de la circonférence du Zodiaque. 48—52. 12
Voy. Points des ſignes.
Sinus, ce que c'eſt. 25. 6
Sinus d'un arc ou d'un angle. 26. 6
Sinus de complement. 27. 6
Sinus total. 30. 7
Solſtice d'Eté, Solſtice d'Hiver, c'eſt lorſque le Soleil entre

au commencement des Signes de l'Ecreviſſe ou Cancer, & du Capricorne, *voy.* points d'Eté, points d'Hiver.
Sommet d'un angle, c'eſt ſa pointe. 12. 4
Sommet du Style. 67. 17
Souſtylaire, *voy.* ligne ſouſtylaire.
Souſtraction, ſeconde regle de l'arithmétique, qu'il eſt eſſentiel de ſavoir.
Sphere, ce que c'eſt, on l'appelle auſſi Sphere armillaire. 38. 10
Style, ce que c'eſt. 67. 17
—— Faux ſtyle, ce que c'eſt. 91—92. 23
—— Son uſage pour trouver la déclinaiſon des Plans. 170. 101
—— Son uſage pour la petite méridienne horiſontale. 336. 215
Sud, ou le Midi, l'un des 4 points Cardinaux, oppoſé au Nord.
Supérieur. Il y a trois eſpeces de Cadrans où ce terme eſt applicable, le Cadran équinoxial eſt ſupérieur ou inférieur. 162—163. 97
—— Le Cadran Polaire eſt inférieur ou ſupéri. 166—169. 99
—— Le Cadran incliné eſt ſupérieur ou inférieur. 282. 188
Supplément d'un angle. 23—24. 6
Surface, voy. Plan.

T

TABLES des ſinus, des tangentes, des logarithmes. Ce ſont les Tables dans leſquelles on trouve les ſinus & les tangentes pour tous les degrés du quart de cercle, pour toutes les minutes de chaque degré & les logarithmes des nombres naturels, voyez-en l'uſage. 98—113. 40
Tangente, ce que c'eſt. 28. 7
Taureau, l'un des douze Signes du Zodiaque.
Termes d'une analogie. 108. 45. & 112—113. 49
Théorie, ſignifie une ſimple ſpéculation des principes d'une ſcience; ainſi la théorie de la Gnomonique eſt la ſimple conſidération, ou la ſimple démonſtration des principes de cet art, ſans entrer dans la pratique.
Toiſe, meſure de ſix pieds.
Traits géometriques, lignes de conſtruction que l'on trace pour faire les figures dont on a beſoin.
Triangle. Il y en a de pluſieurs ſortes. 14—19. 4
Trigonometrie. Elle ſe diviſe en Trigonometrie rectiligne & Trigonometrie ſphetique; c'eſt une des principales parties de la Géometrie, qui a pour objet la meſure des triangles. Il n'eſt pas néceſſaire de la ſavoir pour entendre ce Traité, quoique tout le calcul dont il y eſt parlé preſque continuellement, ſoit tout fondé ſur cette ſcience.
Tropique, 47. 12

V

VARIATION de l'aiman, *voy.* déclinaiſ. de l'aiguille aimantée.
Vents Cardinaux, *voy.* points Cardinaux.
Verſeau, l'un des douze ſignes du Zodiaque.
Vertical (premier), ce que c'eſt. 54. 144
Vertical du Soleil avec le Mérid. (angle du), ce que c'eſt. 61. 166
—— Maniere de le trouver par le calcul. 190. 1177
—— Son uſage pour trouver la déclin. des Plans. 191—194. 1199
—— Son uſage pour trouver l'heure de midi. 161 2322
—— Son uſage pour trouver l'heure du lever & coucher du Soleil, *voy.* lever du Soleil.
Vertical du Soleil, avec le Plan vertical (angle du), 62. 166
—— Maniere de le trouver par le calcul pour déterminer la déclinaiſon des Plans. 186. 1133
—— Son uſage. 191—194. 1199
Verticale du Plan, *voy.* ligne verticale.
Vierge (la) l'un des douze Signes du Zodiaque.
Uſage des Tables 3155
Voyez la Table des Chapitres & Sections.

Z

ZENIT, ce que c'eſt. 39. 111
Zodiaque, ce que c'eſt. 46—52. 122

APPROBATION.

J'AI examiné, par ordre de Monſeigneur le Chancelier, un manuſcrit intitulé : *la Gnomonique pratique, ou l'art de tracer les Cadrans ſolaires avec la plus grande préciſion, par les meilleures méthodes, miſes à la portée de tout le monde*, par Dom François Bedos ; & je crois que l'impreſſion de cet Ouvrage ſera utile & agréable au Public. *A Paris, ce 7 Septembre* 1759.

DÉPARCIEUX.

PRIVILÉGE DU ROI.

LOUIS, PAR LA GRACE DE DIEU, ROI DE FRANCE ET DE NAVARRE : A nos amés & féaux Conſeillers les Gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand Conſeil, Prevôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans civils & autres nos Juſticiers, qu'il appartiendra : SALUT. Notre amé D. FRANÇOIS BEDOS DE CELLES, *Bénédictin, de la Congrégation de S. Maur*, Nous a fait expoſer qu'il déſireroit faire imprimer & donner au Public un Ouvrage qui a pour titre : *La Gnomonique Pratique*, par ledit D. François Bedos, s'il Nous plaiſoit lui accorder nos Lettres de privilége pour ce néceſſaires : A CES CAUSES, voulant favorablement traiter l'Expoſant, Nous lui avons permis & permettons par ces préſentes, de faire imprimer ledit Ouvrage autant de fois que bon lui ſemblera, & de le faire vendre & débiter par-tout notre Royaume, pendant le tems de ſix années conſécutives, à compter du jour de la date des préſentes. Faiſons défenſes à tous Imprimeurs, Libraires & autres perſonnes, de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, d'en introduire d'impreſſion étrangere dans aucun lieu de notre obéiſſance ; comme auſſi d'imprimer & faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter, ni contrefaire ledit Ouvrage, ni d'en faire aucun extrait, ſous quelque prétexte que ce puiſſe être, ſans la permiſſion expreſſe & par écrit dudit Expoſant, ou de ceux qui auront droit de lui, à peine de confiſcation des exemplaires contrefaits, de trois mille livres d'amende contre chacun des contrevenans, dont un tiers à Nous, un tiers à l'Hôtel Dieu de Paris, & l'autre tiers audit Expoſant, ou à à celui qui aura droit de lui, & de tous dépens, dommages &

intérêts ; à la charge que ces préſentes ſeront enregiſtrées tout au long ſur le regiſtre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, dans trois mois de la date d'icelles ; que l'impreſſion dudit Ouvrage ſera faite dans notre Royaume & non ailleurs, en bon papier & beaux caracteres, conformément à la feuille imprimée attachée pour modele ſous le contre-ſcel des préſentes ; que l'Impétrant ſe conformera en tout aux Réglemens de la Librairie, & notamment à celui du 10 Avril 1715 ; qu'avant de l'expoſer en vente, le manuſcrit qui aura ſervi de copie à l'impreſſion dudit Ouvrage, ſera remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée ès mains de notre très-cher & féal Chevalier Chancelier de France le Sr de Lamoignon, & qu'il en ſera enſuite remis deux exemplaires dans notre Bibliothéque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, & un dans celle de notredit très-cher & féal Chevalier Chancelier de France le Sr de Lamoignon ; le tout à peine de nullité des préſentes : Du contenu deſquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir ledit Expoſant & ſes ayans cauſes pleinement & paiſiblement, ſans ſouffrir qu'il leur ſoit fait aucun trouble ou empêchement ; Voulons que la copie des préſentes, qui ſera imprimée tout au long au commencement ou à la fin dudit Ouvrage, ſoit tenue pour dûement ſignifiée, & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conſeillers Secrétaires, foi ſoit ajoutée comme à l'Orignal : Commandons au premier notre Huiſſier ou Sergent ſur ce requis, de faire pour l'exécution d'icelles tous actes requis & néceſſaires, ſans demander autre permiſſion, & nonobſtant clameur de Haro, Charte Nomande & Lettres à ce contraires : CAR tel eſt notre plaiſir. DONNÉ à Verſailles le troiſieme jour du mois de Janvier, l'an de grace mil ſept cent ſoixante, & de notre regne le quarante-cinquieme. Par le Roi en ſon Conſeil.

LEBEGUE.

Regiſtré ſur le Regiſtre XV de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, n° 3158, fol. 43, conformément au Réglement de 1723, qui fait défenſes, art. 41, à toutes perſonnes de quelques qualités & conditions qu'elles ſoient, autres que les Libraires & Imprimeurs, de vendre, débiter, faire afficher aucuns livres pour les vendre en leurs noms, ſoit qu'ils s'en diſent les Auteurs ou autrement, & à la charge de fournir à la ſuſdite Chambre neuf exemplaires, preſcrits par l'article 108 du même Réglement. A Paris, ce 25 Janvier 1760.

SAUGRAIN, Syndic.

FAUTES ESSENTIELLES

A CORRIGER

Avant que de lire le préſent Traité.

PRE'FACE, pag. vj. lign. 18, dont on peut ſe paſſer, *ajoutez*, puiſqu'on eſt obligé de tirer cette équinoxiale.

Préface, pag. x. ligne 22, de 23 degrés 28 minutes & demie, *liſez* de 23 degrés 30 minutes.

Page 5. ligne 10, triangles, *liſez* les trois angles.

Pag. 26, ligne 19, E B D C, *liſez*, E P D C.

Pag. 31, ligne 1, ligne du bord. Cette ligne A C ſera à trois, *liſ.* ligne du bord ; cette ligne ſera A C. A trois

Pag. 41, ligne 19, Oſonam, *liſ.* Ozanam.

Pag. 42, ligne 8, 120°, *liſ.* 124°.

Pag. 44, ligne, 17. 45°, *liſ.* 46°.

Pag. 58, ligne 18, 365, *liſ.* 395.

Pag. 63, ligne 21, XI, *liſ.* 1.

Pag. 71, ligne 18, *ajout.* c'eſt le log. tangente de 69° 11′, & l'angle horaire requis.

Pag. 84, en tête, Section II. *liſ.* Section III.

Pag. 91, ligne premiere, log. ſinus, *liſ.* log. tangente.

Pag. 111, ligne 11, mais tant ſoit peu à côté, en tirant toujours vers l'endroit ou l'ombre de la plaque eſt la plus érroite, *liſ.* mais tant ſoit peu plus haut, en tirant vers le pied du ſtyle. *voy. la fig. 79. planch.* 28.

Pag. 186, ligne 7, ſo, *liſ* ſoit.

Même pag. ligne 8, C D d, *liſ.* C D de

Pag. 194, ligne 21, degrés à 40, *liſ.* degrés, à 40.

Pag. 293, ligne 10, au 10 de, *liſ.* au 20 de.

Pag. 294, ligne 11, A D, *liſ.* A F.

Pag. 309, ligne 14, 300, *liſ.* 360.

Pag. 311, ligne 7, baiſſe la lantille, *liſ.* baiſſe d'une ligne la lantille.

AVIS AU RELIEUR.

Le Relieur eſt averti de mettre l'Eſtampe en taille-douce qui doit ſervir de frontiſpice, à la gauche du Titre, de façon qu'elle le regarde.

L'Epître dédicatoire ſe mettra immédiatement après le Titre; enſuite la Préface, la Table des Chapitres & Sections, & enfin le commencement de la Gnomonique.

L'Approbation & le Privilége immédiatement après la Table des Matieres, avant l'Errata.

On mettra toutes les Planches après l'Avis au Relieur chacune ſelon ſon ordre comme elles ſont numerotées. Lorſqu'elles ſeront déployées elles ſortiront entierement hors du Livre.

La planche 25 ſera couſue dans le Livre par le côté gauche du bout ſupérieur. On coupera le papier blanc ſuperflu, laiſſant ſeulement une petite marge aux deux côtés & au fond.

La planche 27 eſt en deux pieces. On les ajoutera & on les colera enſemble. A cet effet on coupera le bout de papier ſur la ligne P V Z, la faiſant diſparoître. On colera ce bout ainſi coupé ſur la ligne N R T, faiſant convenir R avec V, enſorte que la ligne C R avec celle V X M ne faſſent qu'une ſeule & même ligne droite. Cette planche ſera couſue dans le Livre par le côté F G.

La Carte de la France ſera miſe après toutes les Planches & ſera couſue dans le Livre par ſon bord gauche vers le milieu. On ne laiſſera qu'une très petite marge à l'entour. On pliera en dedans ſa partie ſupérieure & inférieure, & enſuite, on fera pluſieurs plis de droite à gauche en éventail.

On doit encore être averti de couper & rejetter les pages 17 & 18.. 27 & 28.. 81 & 82.. 231 & 232. On ſubſtituera à leur place les quatre Cartons également numerotés, qu'on colera chacun à ſa place.

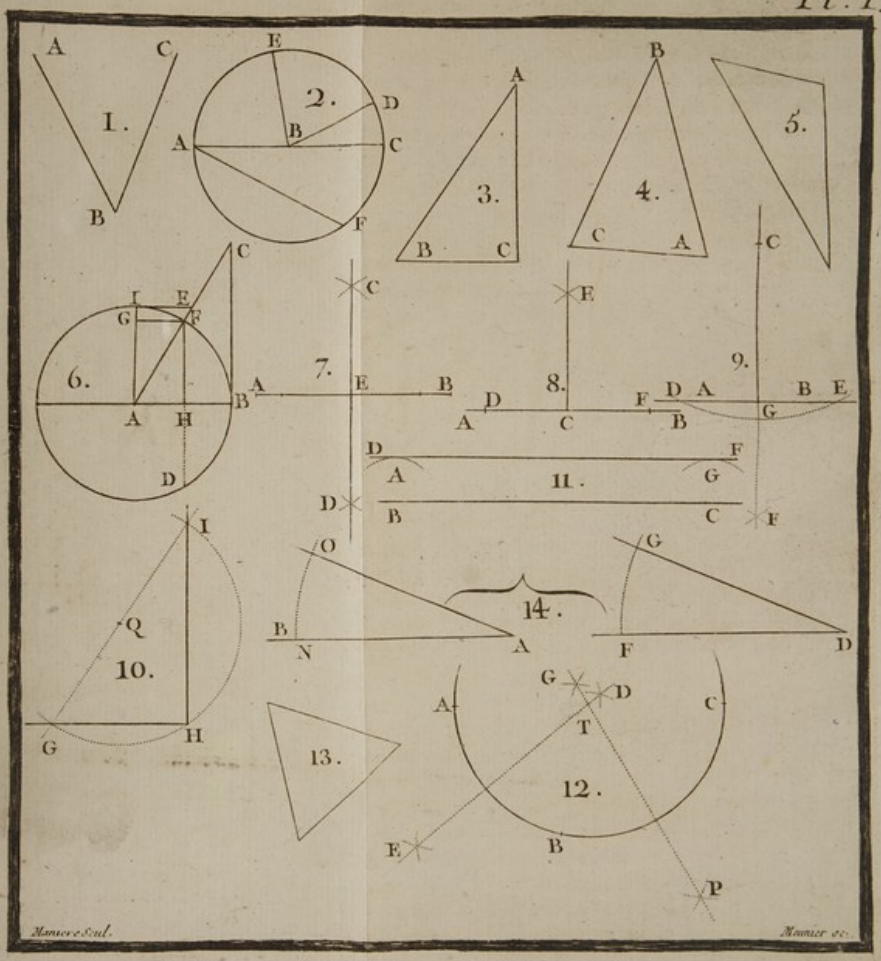
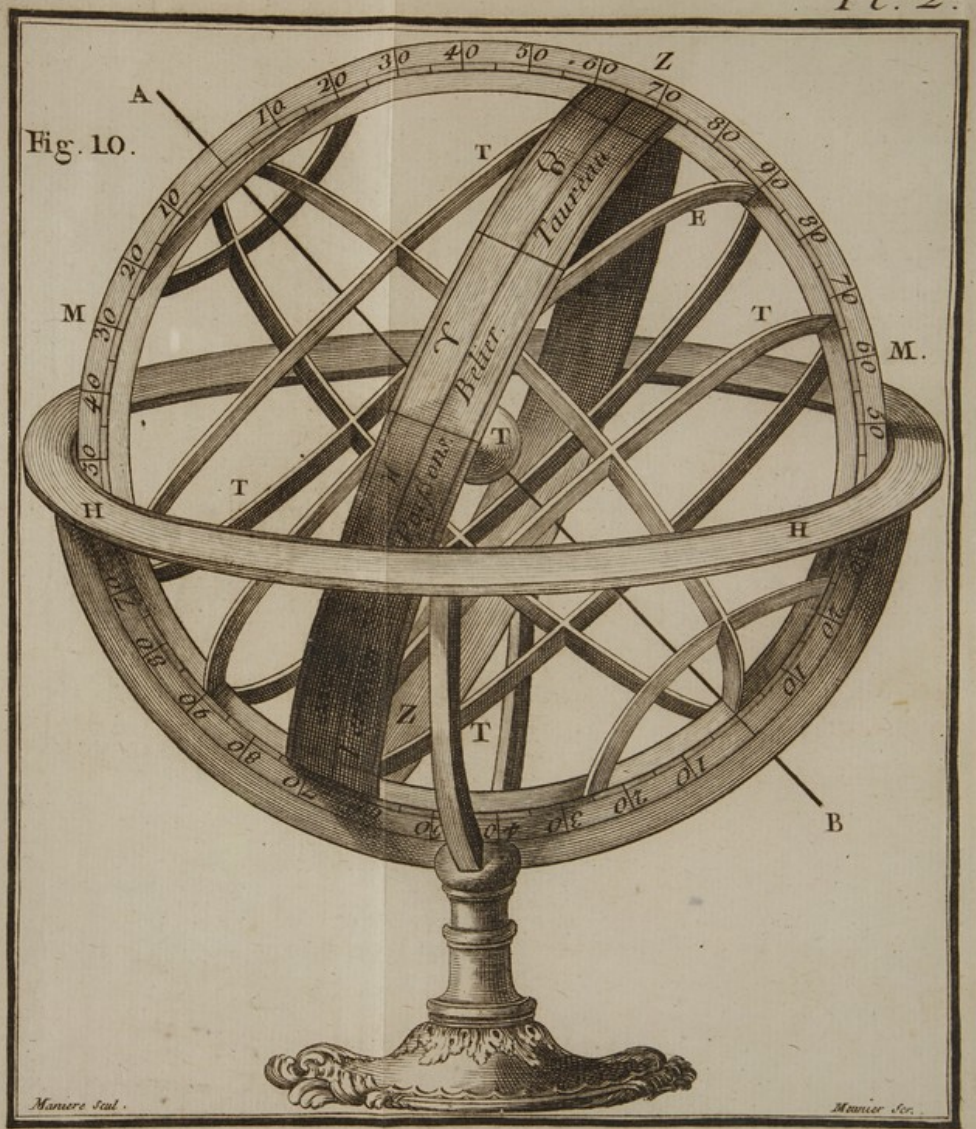
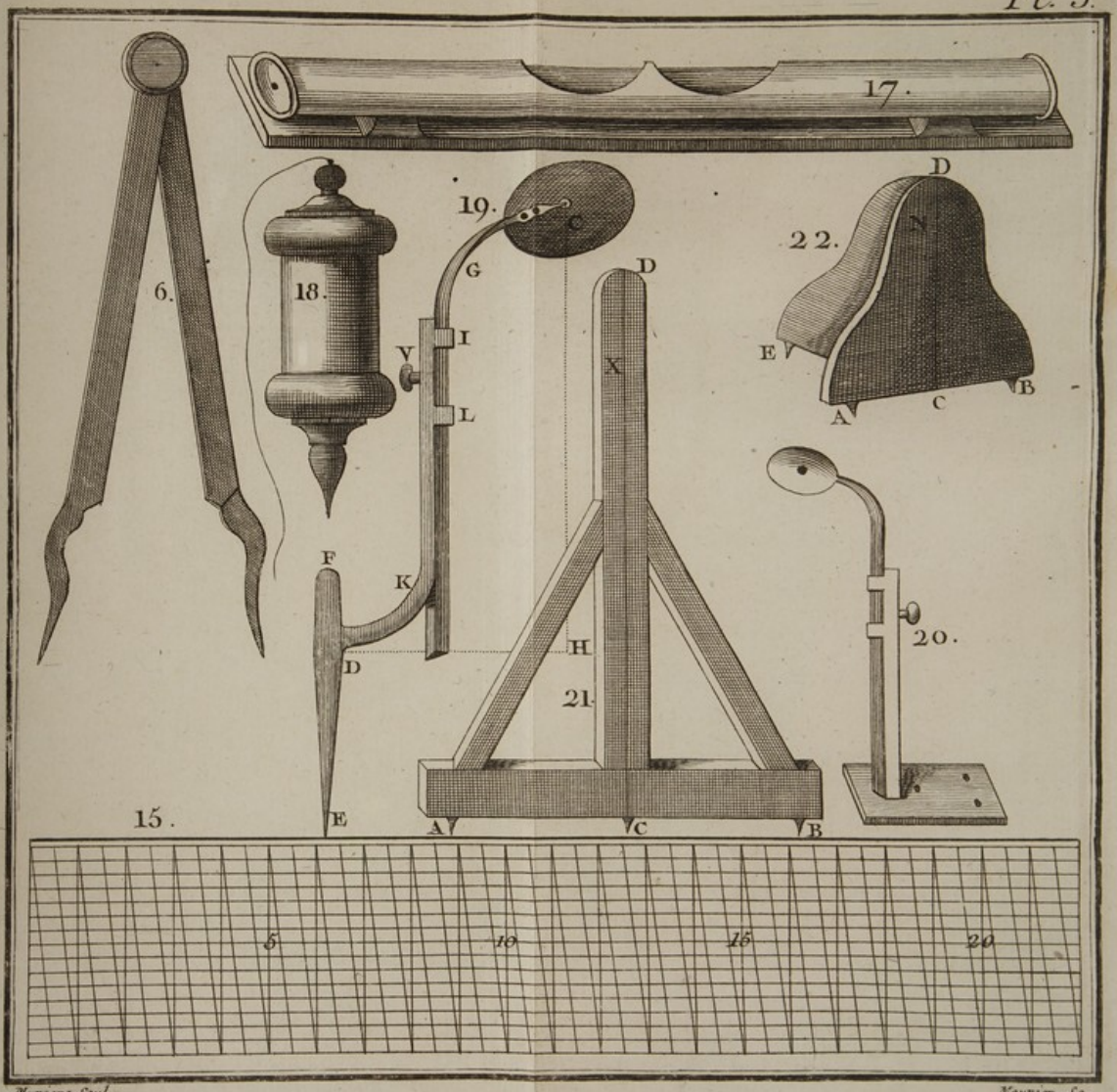

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
Maurice Del.
Maurice Sc.

Fig. 10.





Maniere Scul.

Meunier Sc

Pl. 4.

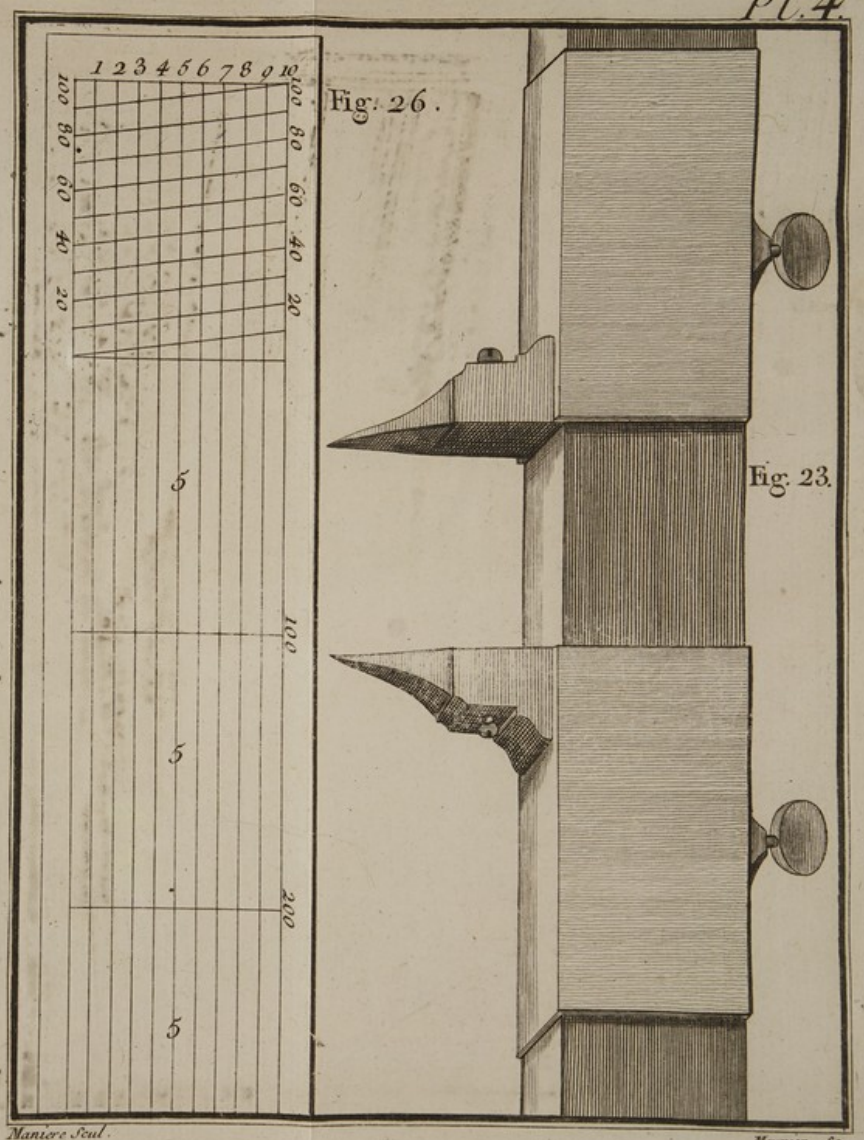


Fig. 26.

Fig. 23.

Maniere Scul.

Meunier Sc

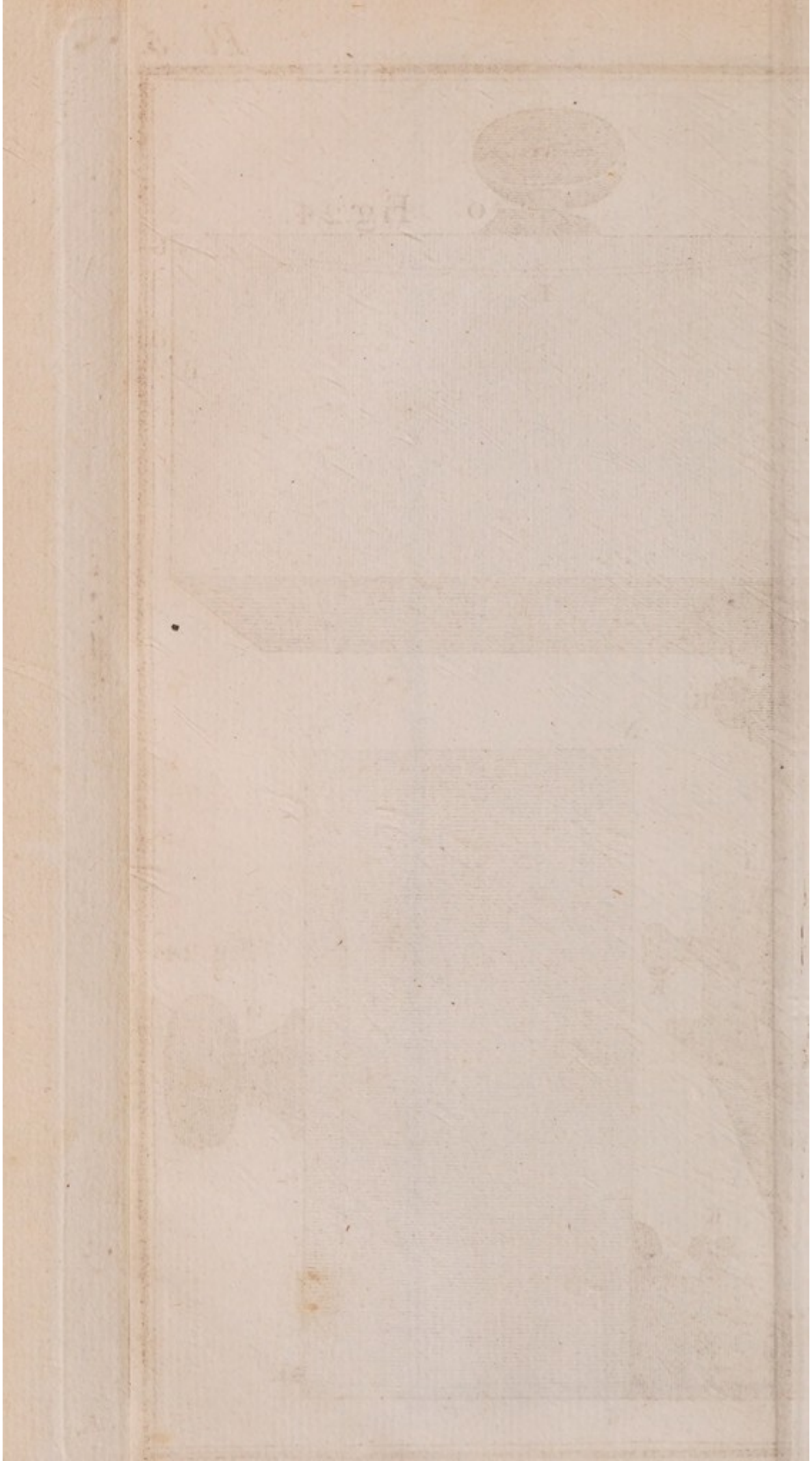


Fig. 25.

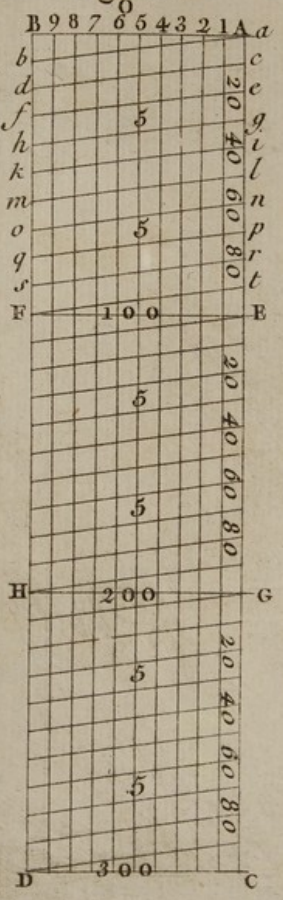


Fig. 24.

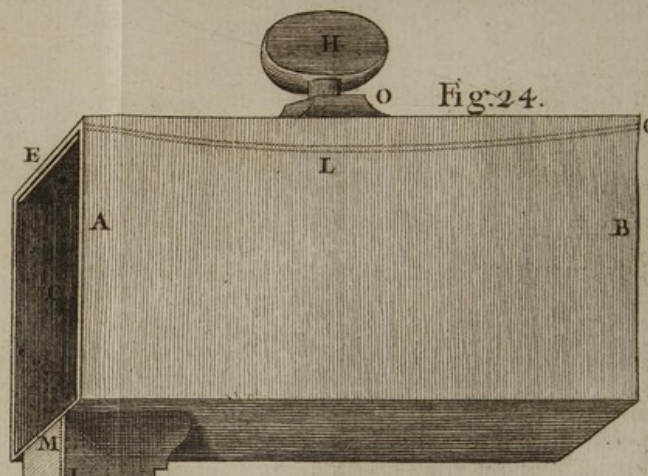
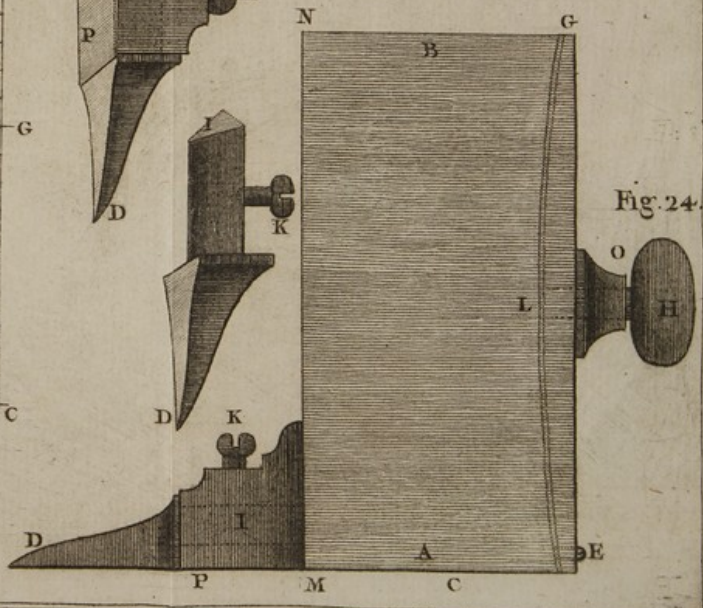
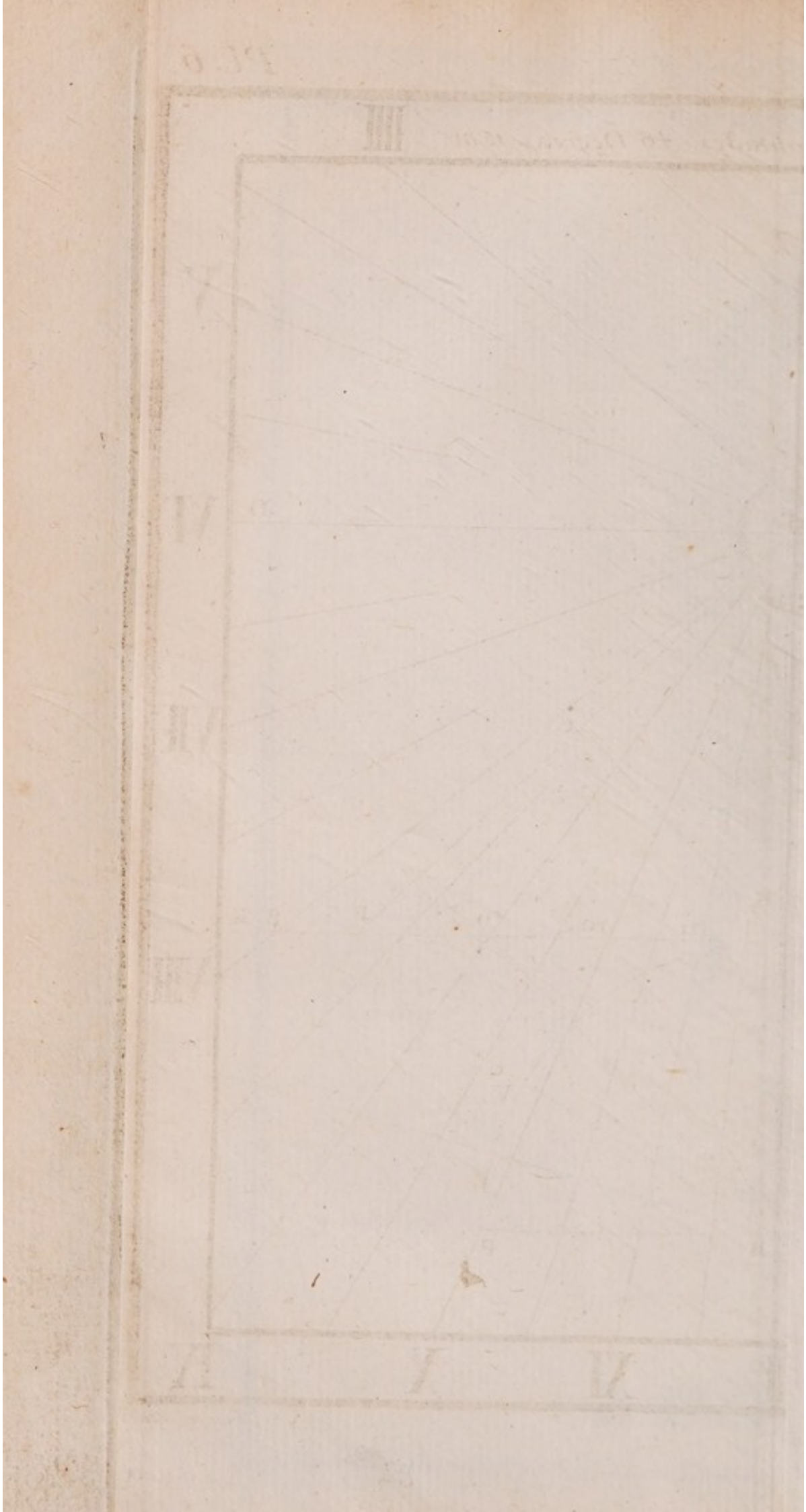


Fig. 24.



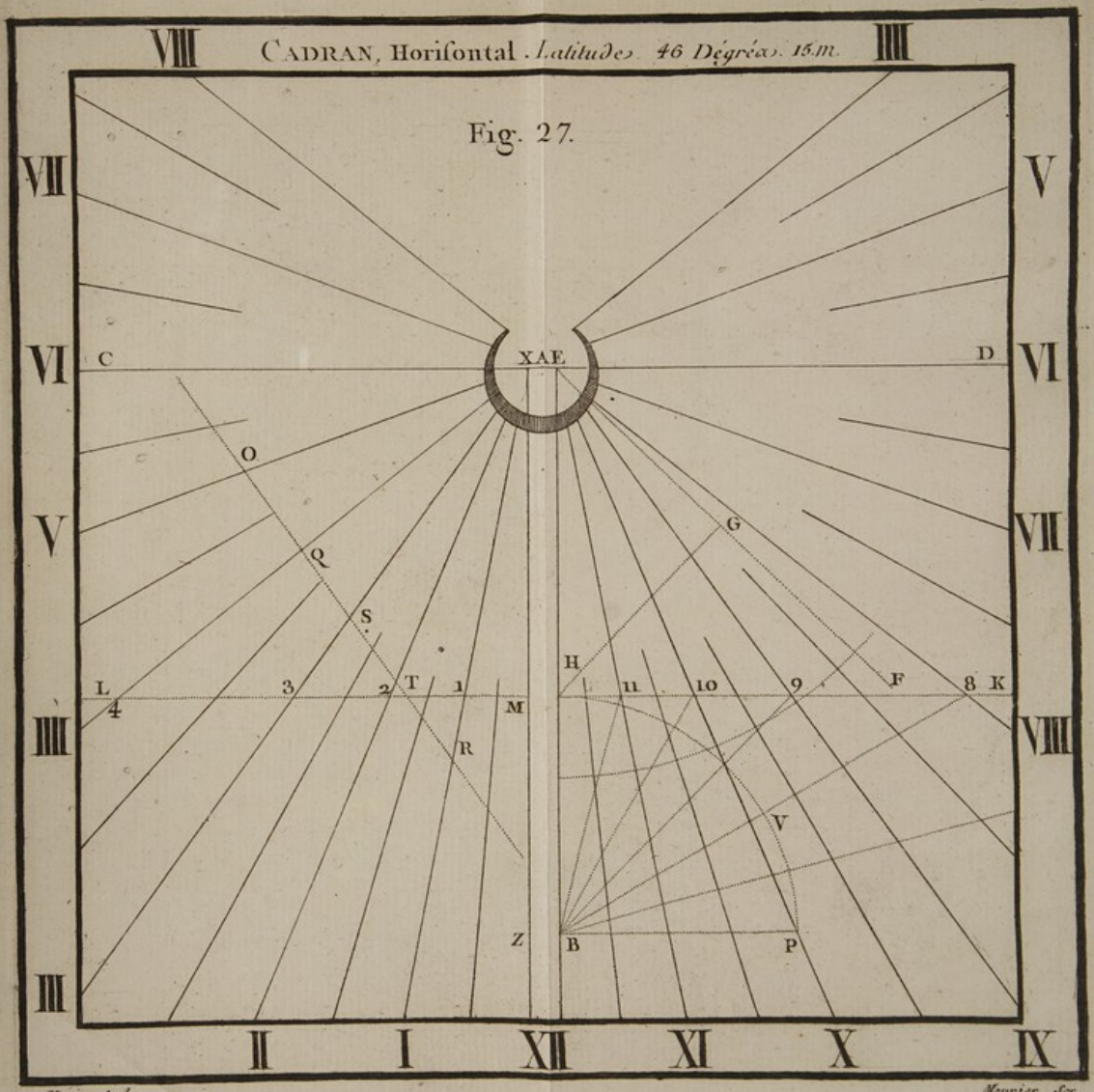
Maniere Scul.

Mounier Sc.

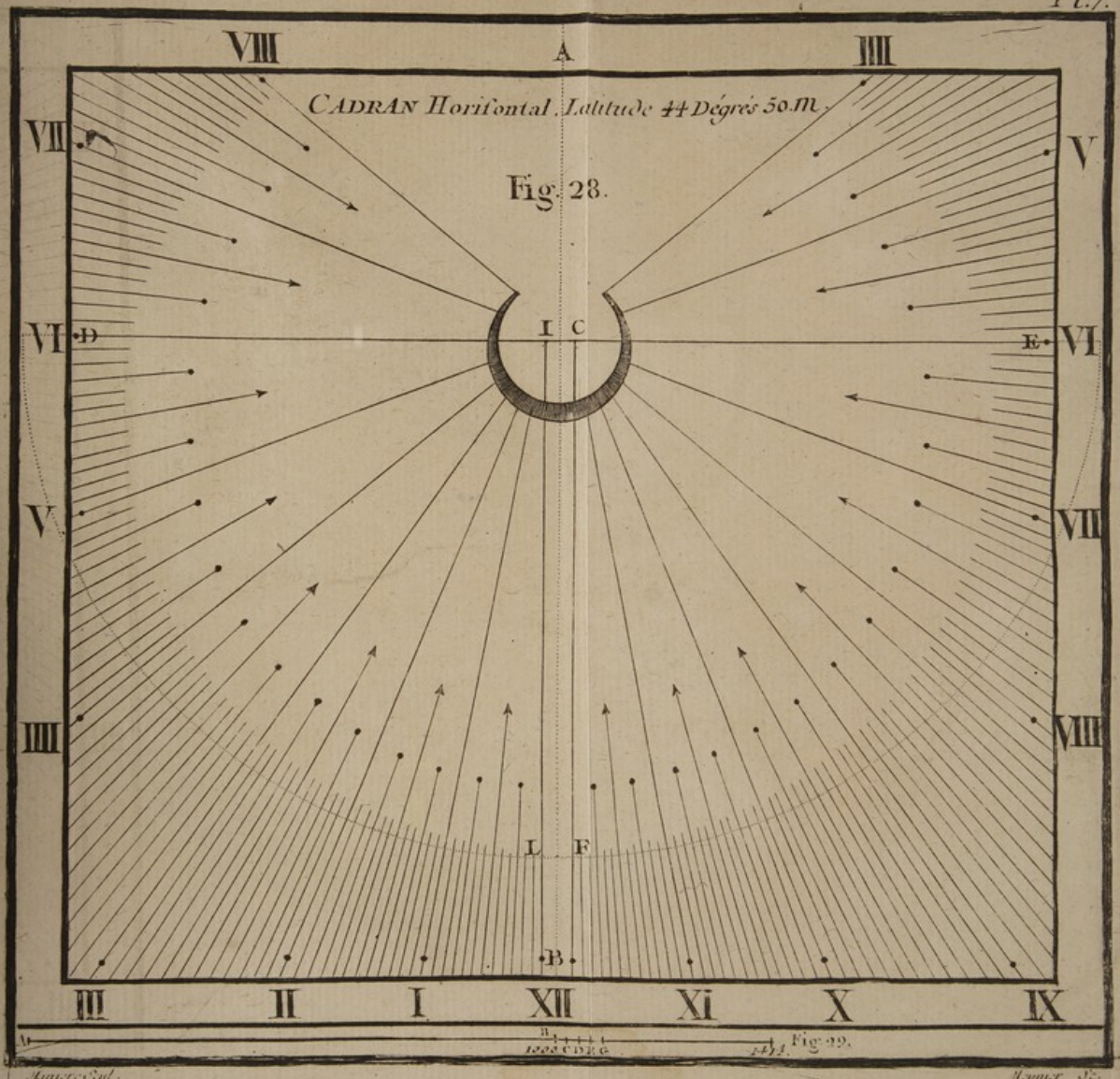


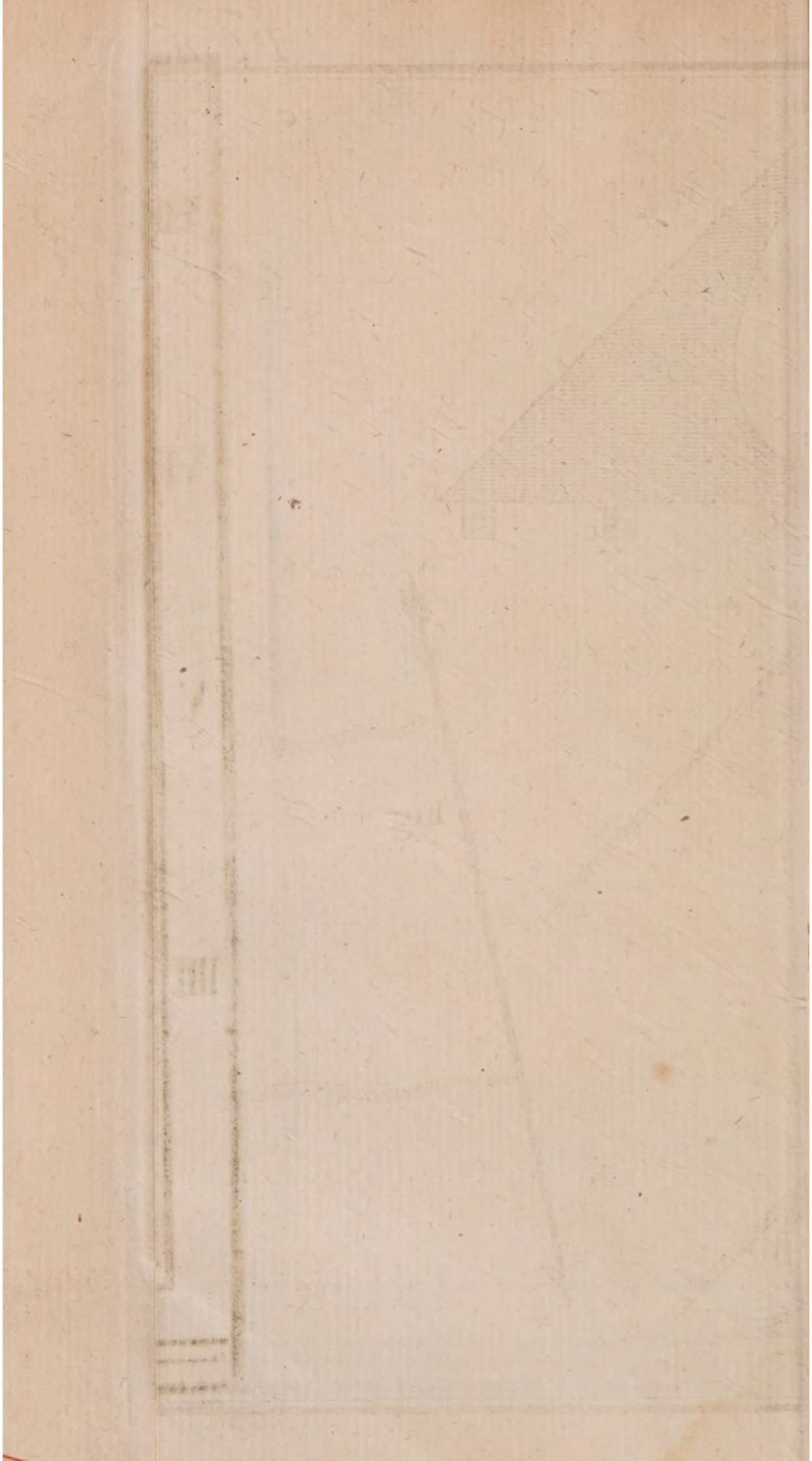
CADRAN, Horisontal. *Latitude 46 Dégrés. 15.m.*

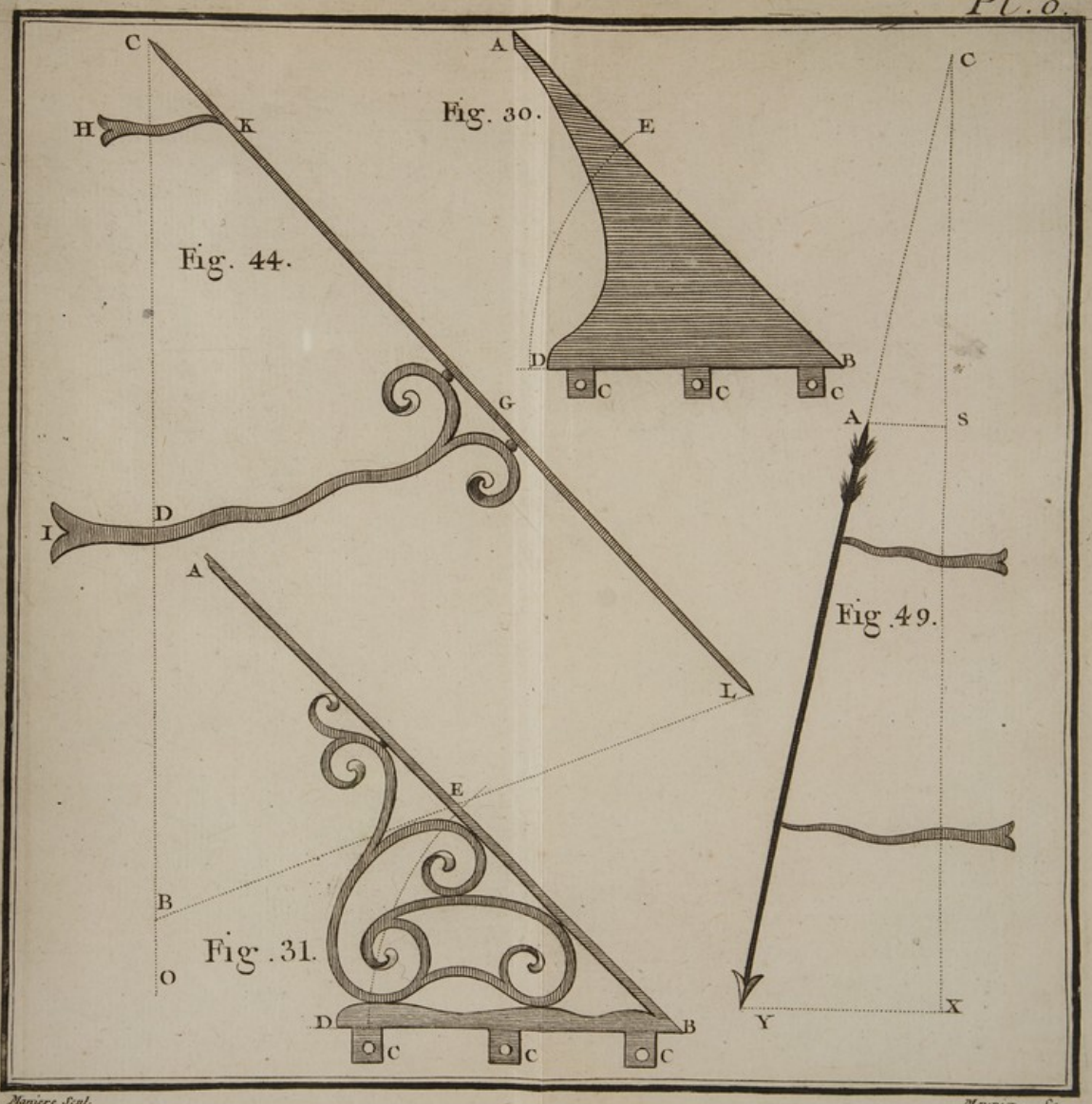
Fig. 27.



Maniere Scul. *Meunier Scr.*


CADRAN Horifontal. Latitude 44 Dégrés 50 M.
Fig. 28.
VIII
A
IIII
VII
V
VI
D
I
C
E
VI
V
VII
IIII
VIII
L
F
B
III
II
I
XII
Xi
X
IX
Fig. 29.





Maniere Scal.

Meunier Sc

Fig. 32.

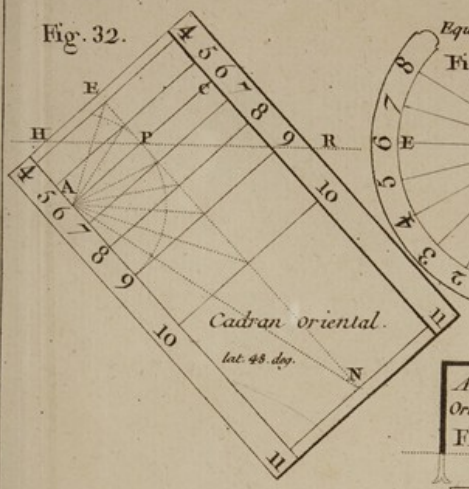


Fig. 33.

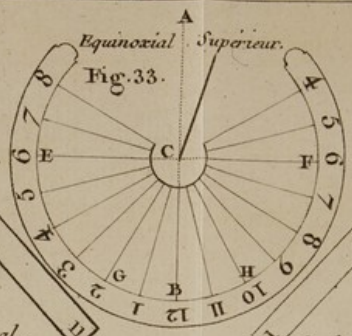
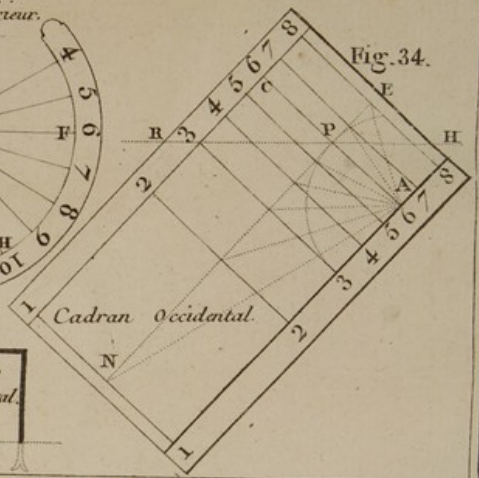


Fig. 34.



Axe des Cadrans Oriental, & Occidental.
Fig. 38.

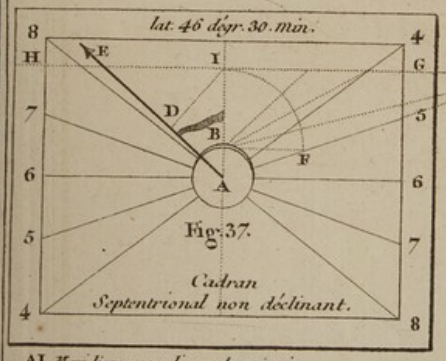


Fig. 37.

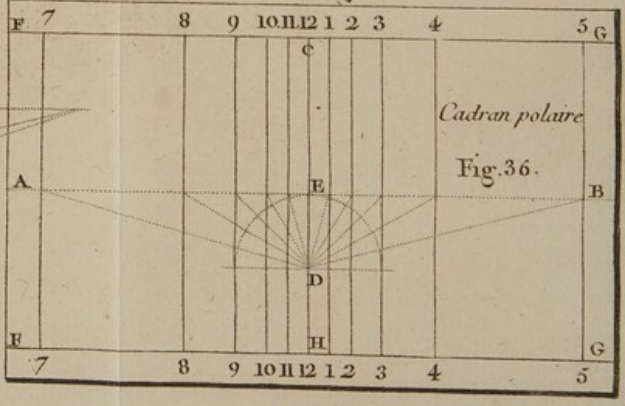


Fig. 36.

AI. Méridienne ou ligne de minuit.
A. Centre du Cadran.
B. Centre diviseur de l'équinoxiale.
HG. Ligne equinoxiale.
AE. Axe du Cadran.
IF. Quart de cercle divisé en six parties égalles.
AD. Ligne de complement de la latitude.
DI. Rayon de l'équateur.

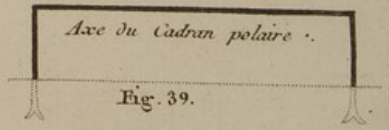


Fig. 39.

Manière Scul.
Meunier Sc.

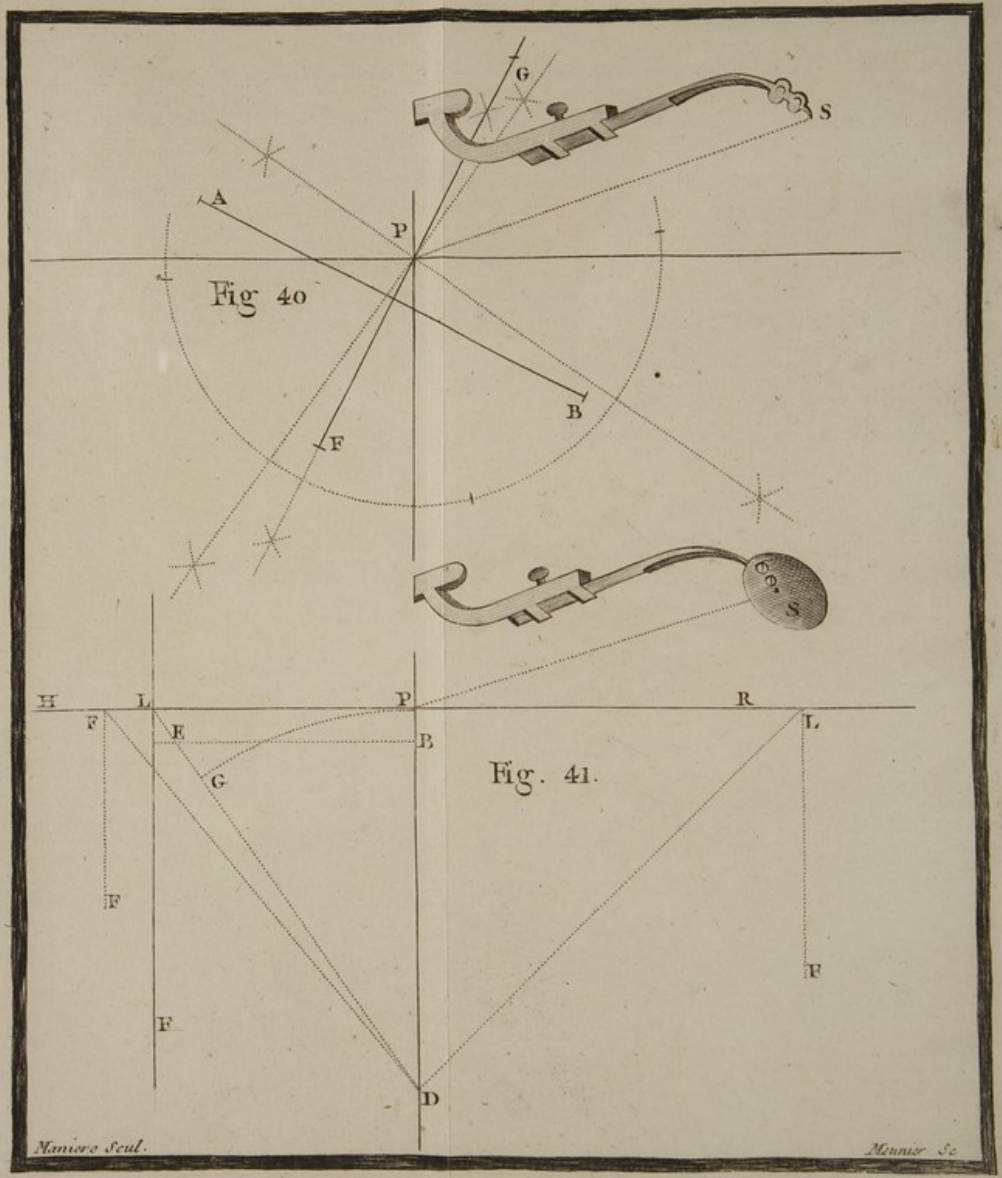
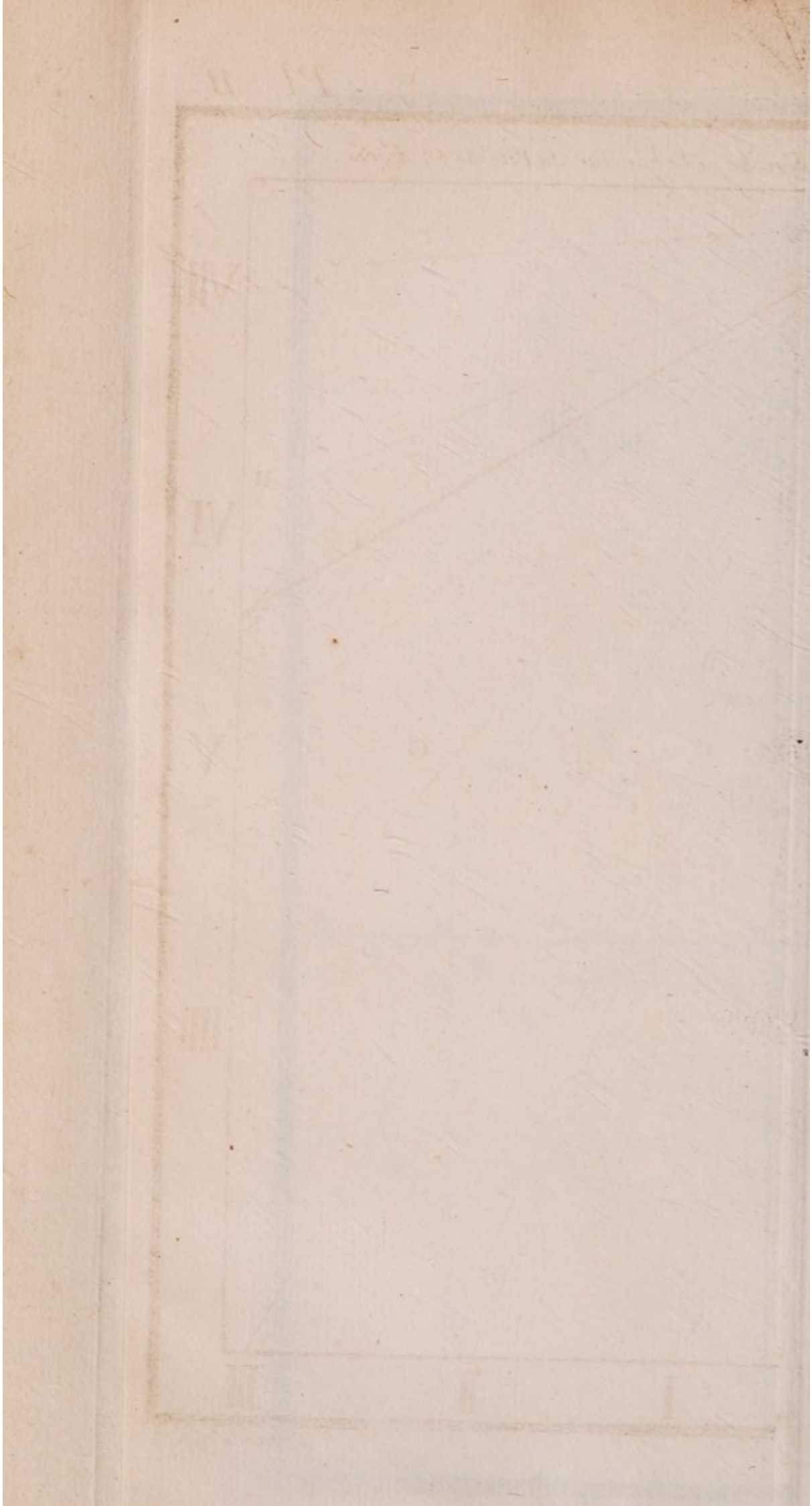


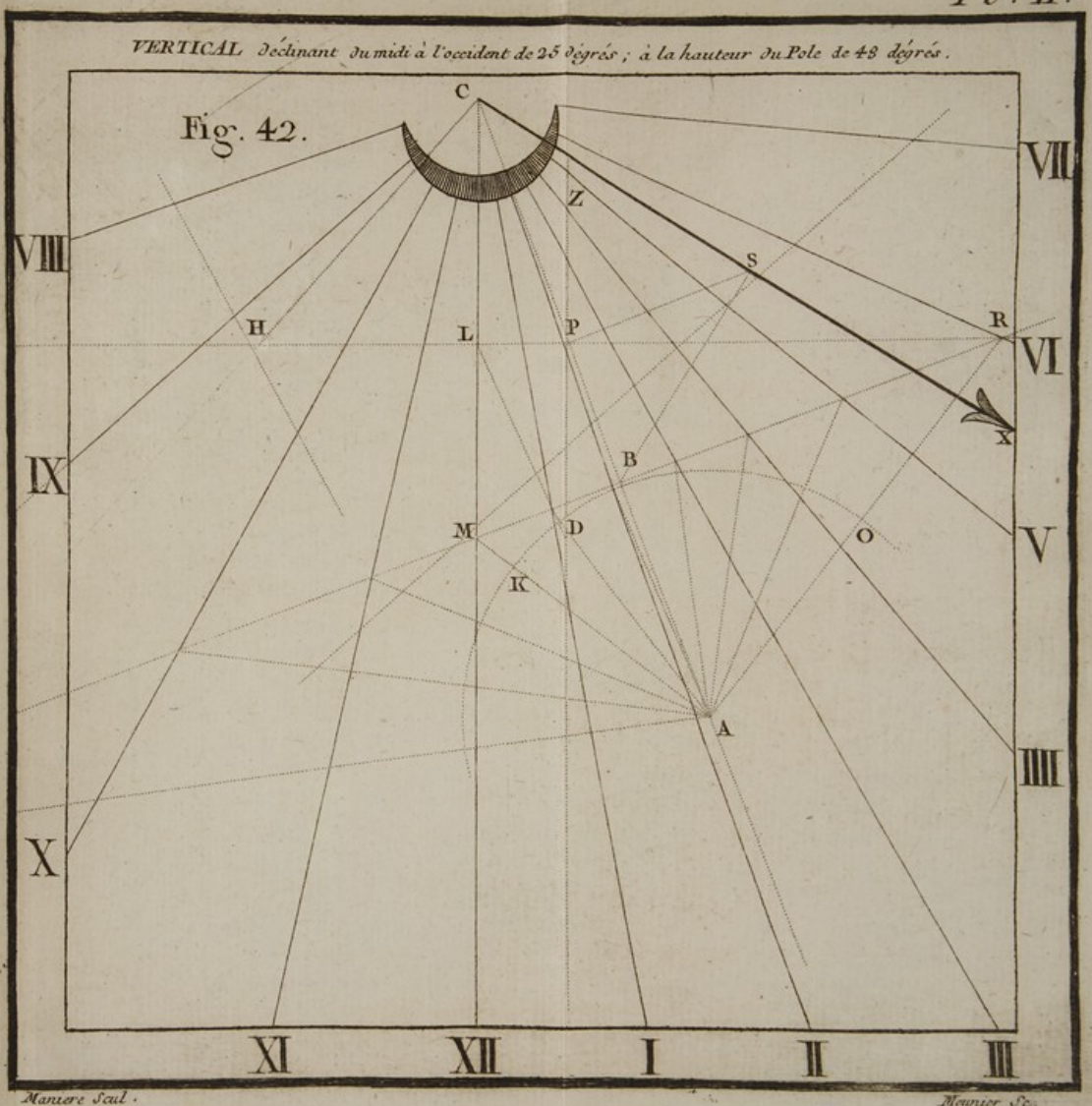
Fig 40

Fig. 41.



VERTICAL déclinant du midi à l'occident de 25 dégrés ; à la hauteur du Pole de 48 dégrés.

Fig. 42.

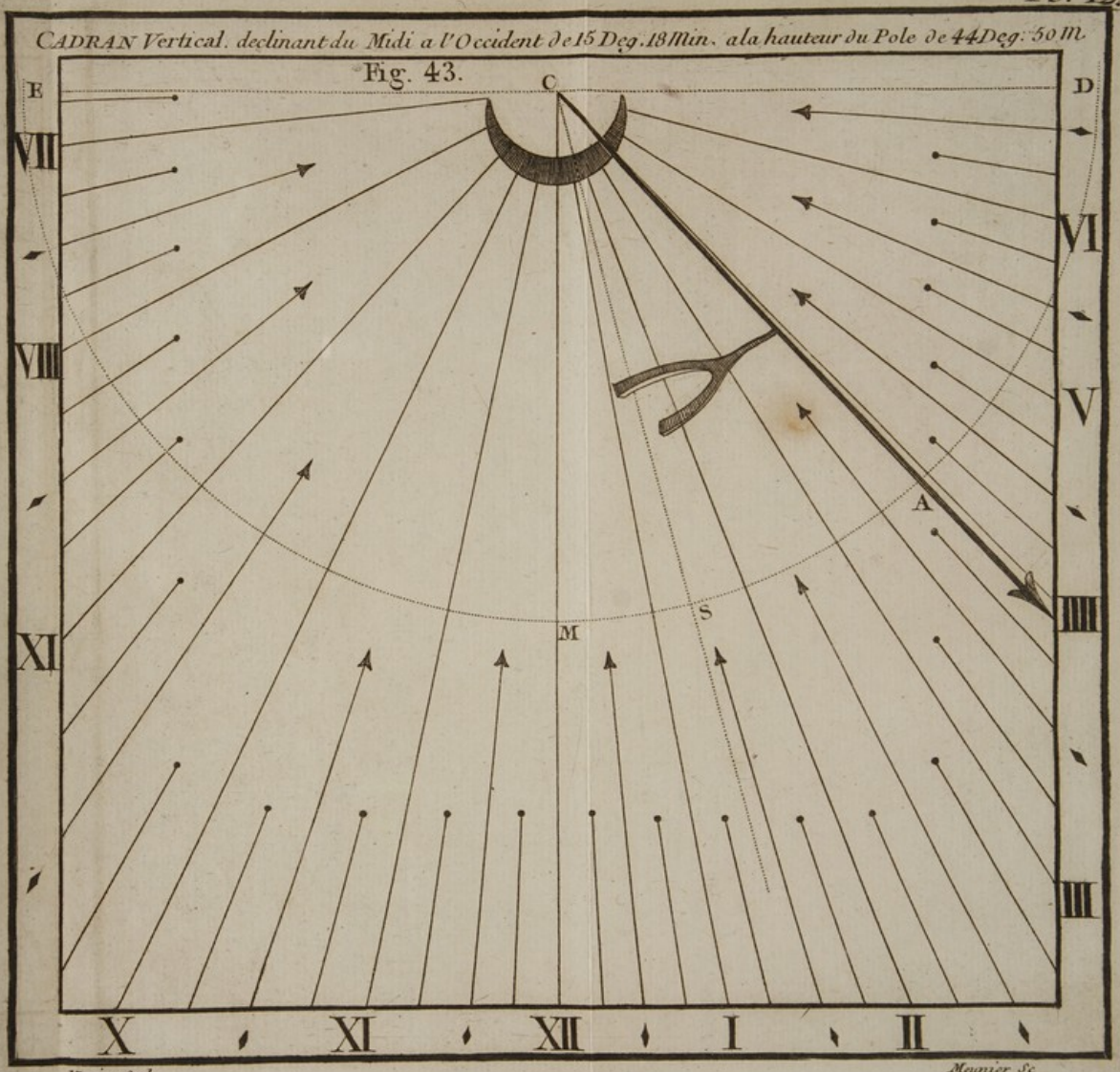


Maniere Scul.

Mounier Sc.

CADRAN Vertical, declinant du Midi a l'Occident de 15 Deg. 18 Min. a la hauteur du Pole de 44 Deg. 50 M.

Fig. 43.

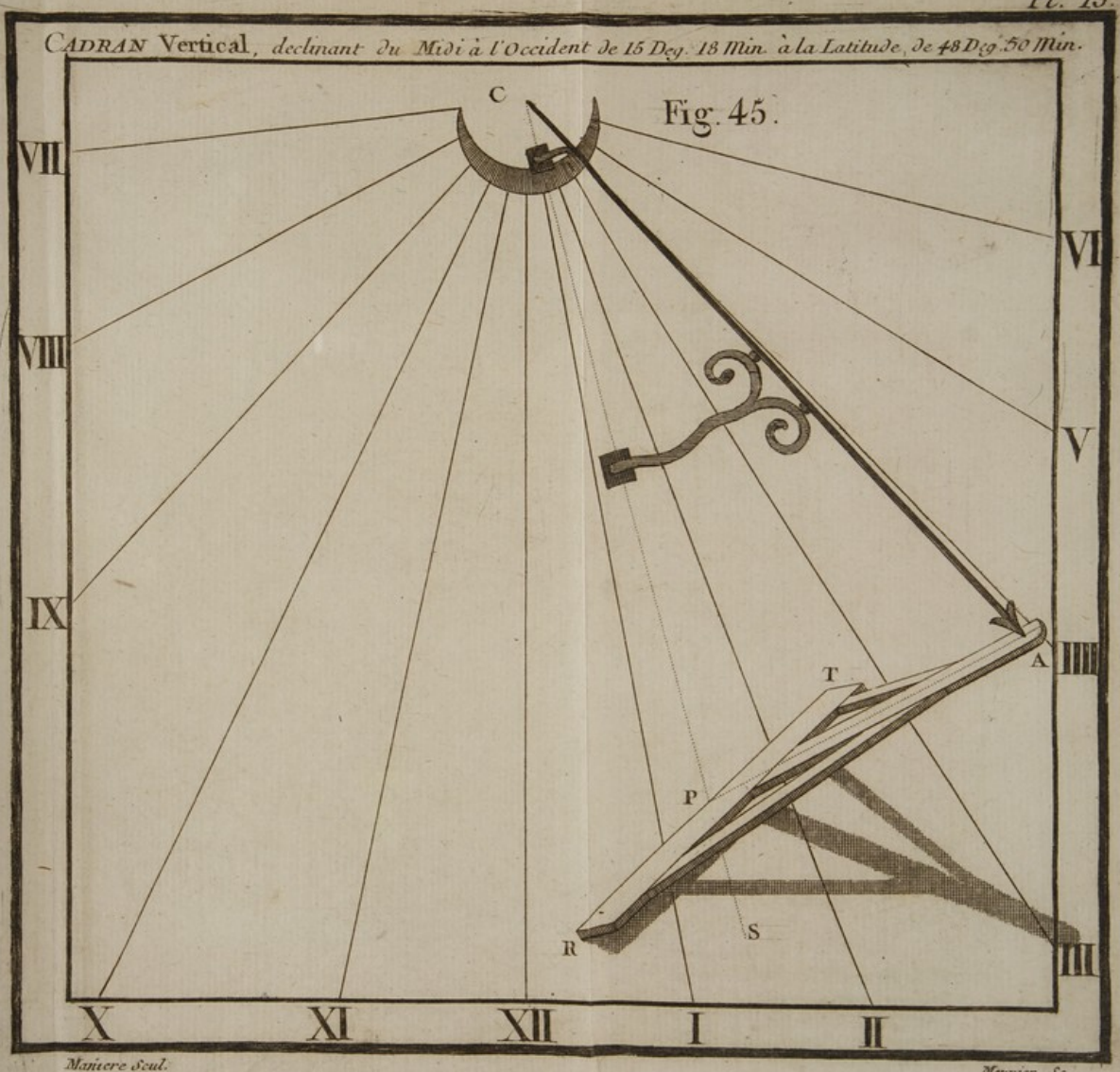


Maniere Scul.

Meunier Sc

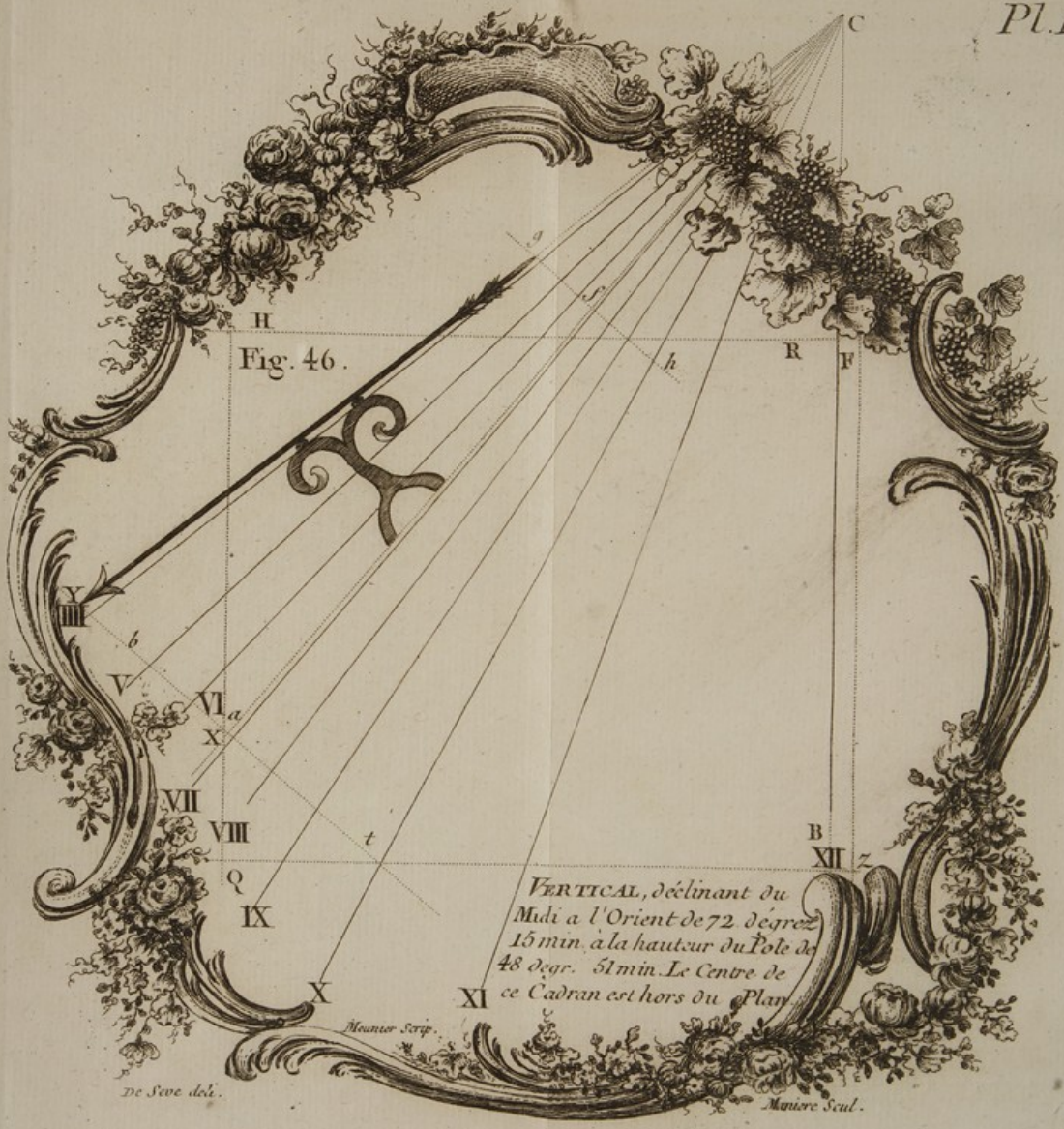
CADRAN Vertical, declinant du Midi à l'Occident de 15 Deg. 18 Min. à la Latitude de 48 Deg. 50 Min.

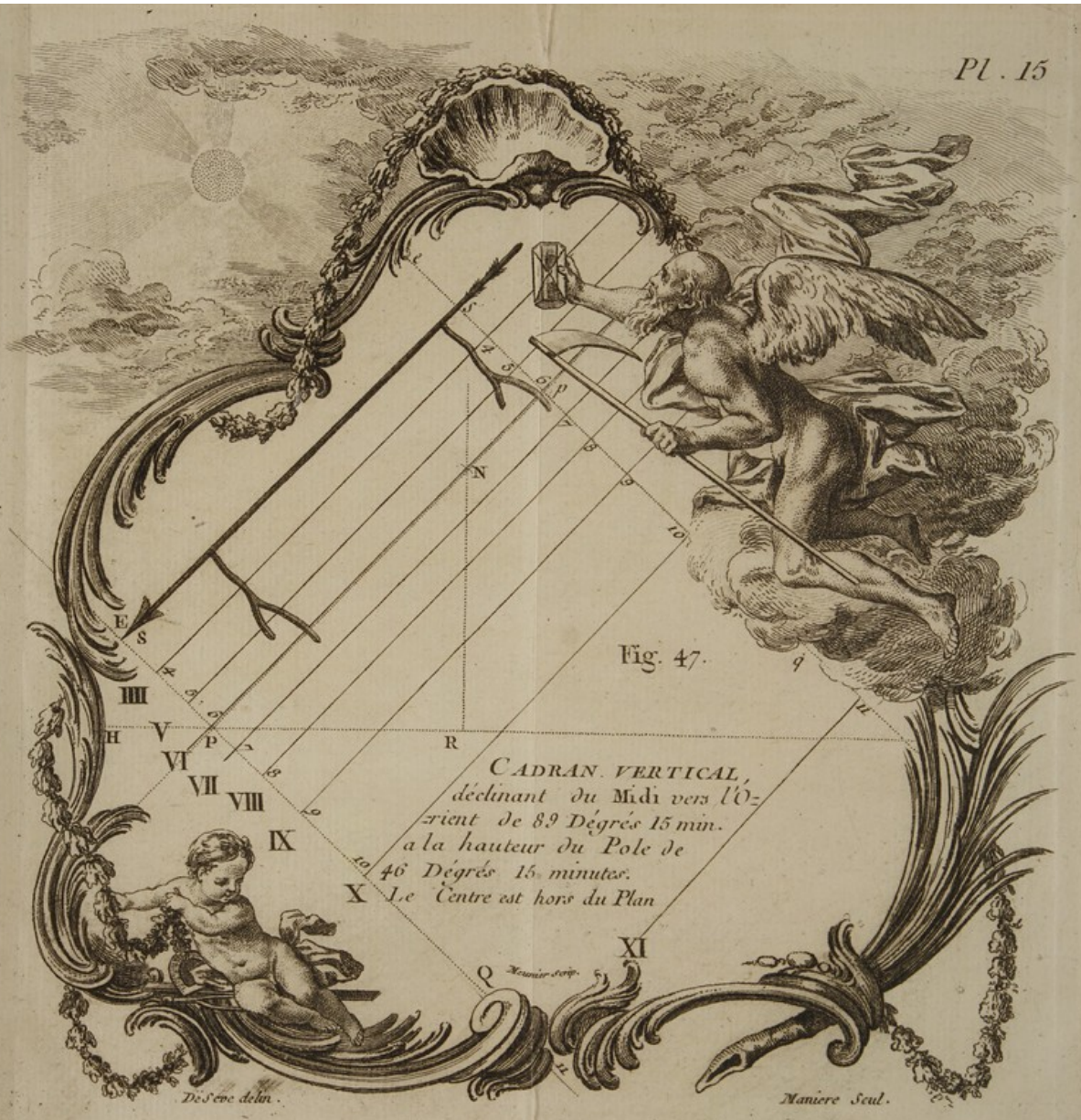
Fig. 45.

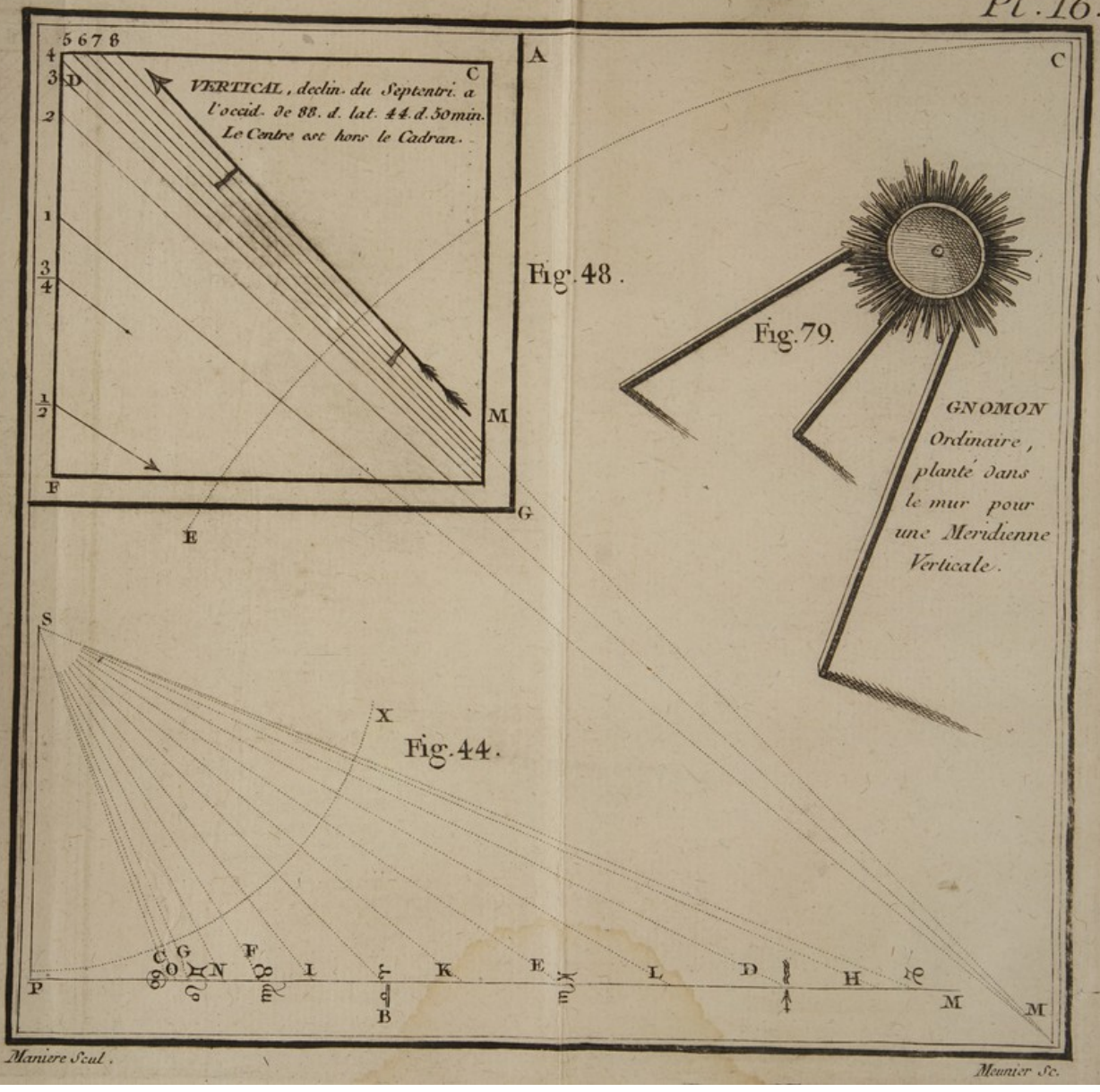


Maniere Scul.

Meunier Sc.


C
H
R
F
h
d
f
Fig. 46.
IIII
b
V
VI
a
X
VII
VIII
t
B
XII
z
Q
IX
X
XI
VERTICAL, déclinant du Midi a l'Orient de 72 degrez 15 min. à la hauteur du Pole de 48 degr. 51 min. Le Centre de ce Cadran est hors du Plan
Mounier Scrip.
De Seve del.
Mariere Scul.

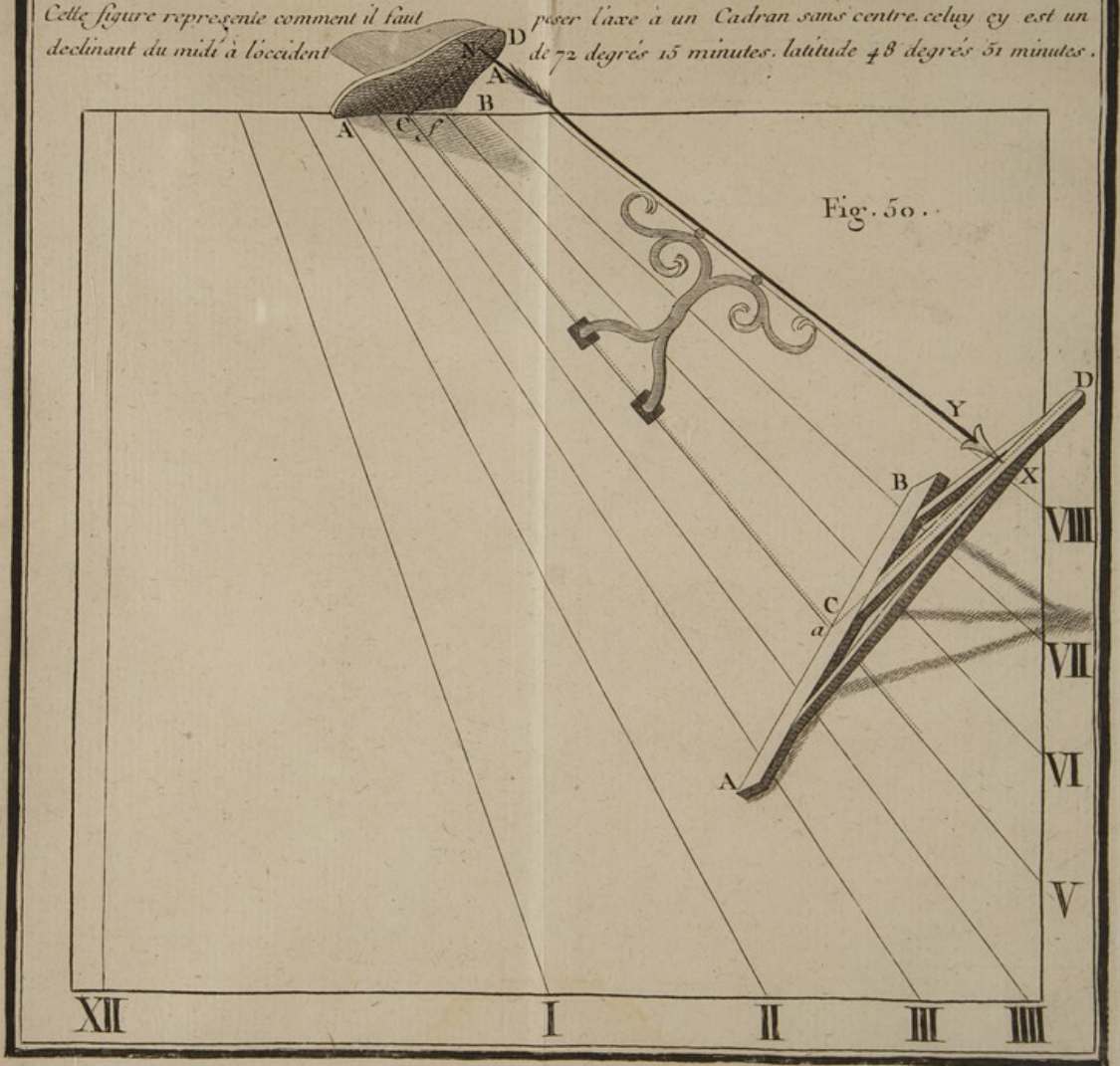

E
S
N
H
P
R
Q
IIII
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
Fig. 47.
CADRAN VERTICAL,
déclinant du Midi vers l'Oc-
cident de 8,9 Dégrés 15 min.
a la hauteur du Pole de
46 Dégrés 15 minutes.
Le Centre est hors du Plan
Desève delin.
Maniere Seul.

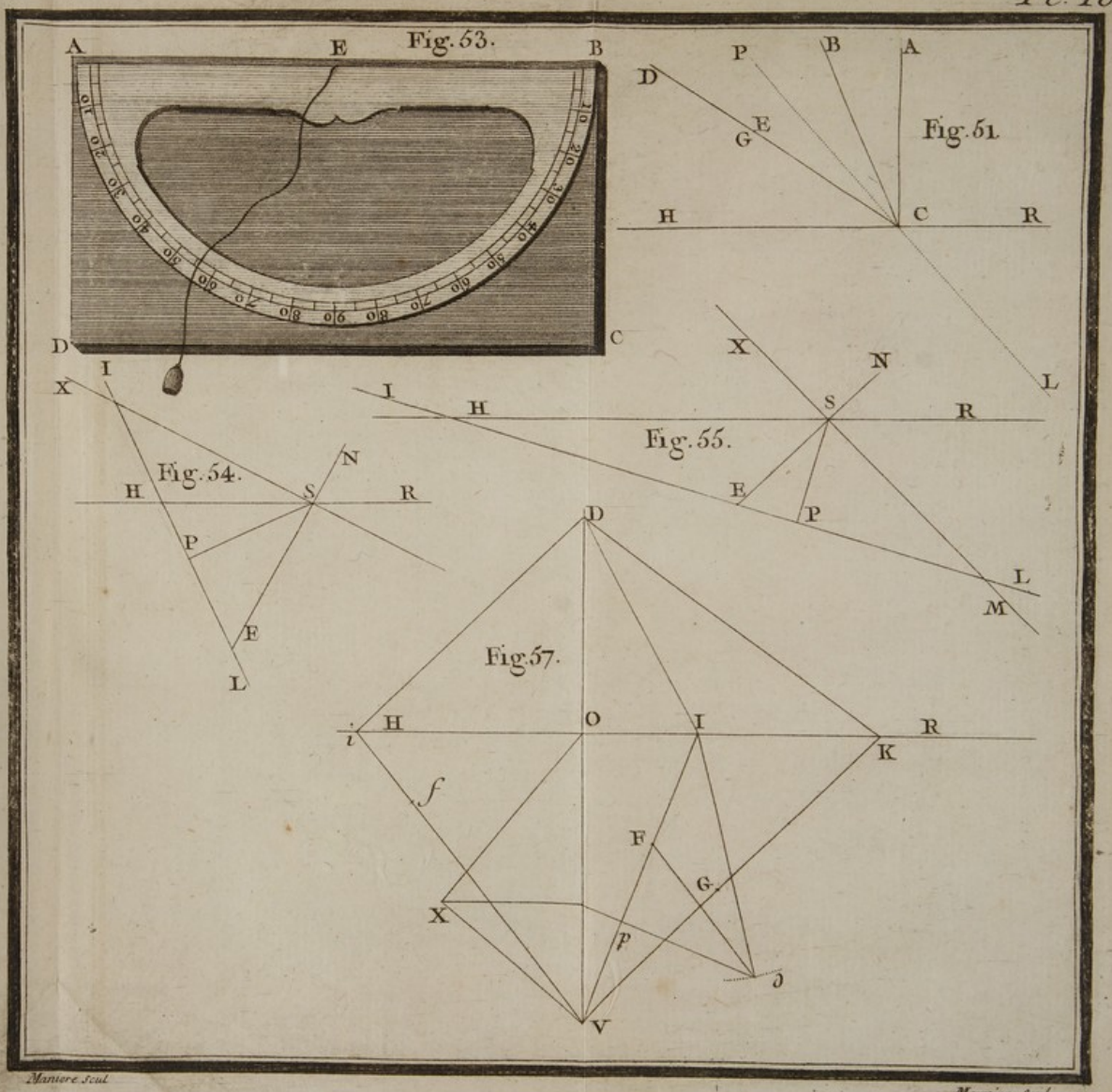


Maniere Scul.

Meunier Sc.

Cette figure represente comment il faut poser l'axe à un Cadran sans centre. celuy cy est un declinant du midi à l'occident de 72 degrés 15 minutes. latitude 48 degrés 51 minutes.



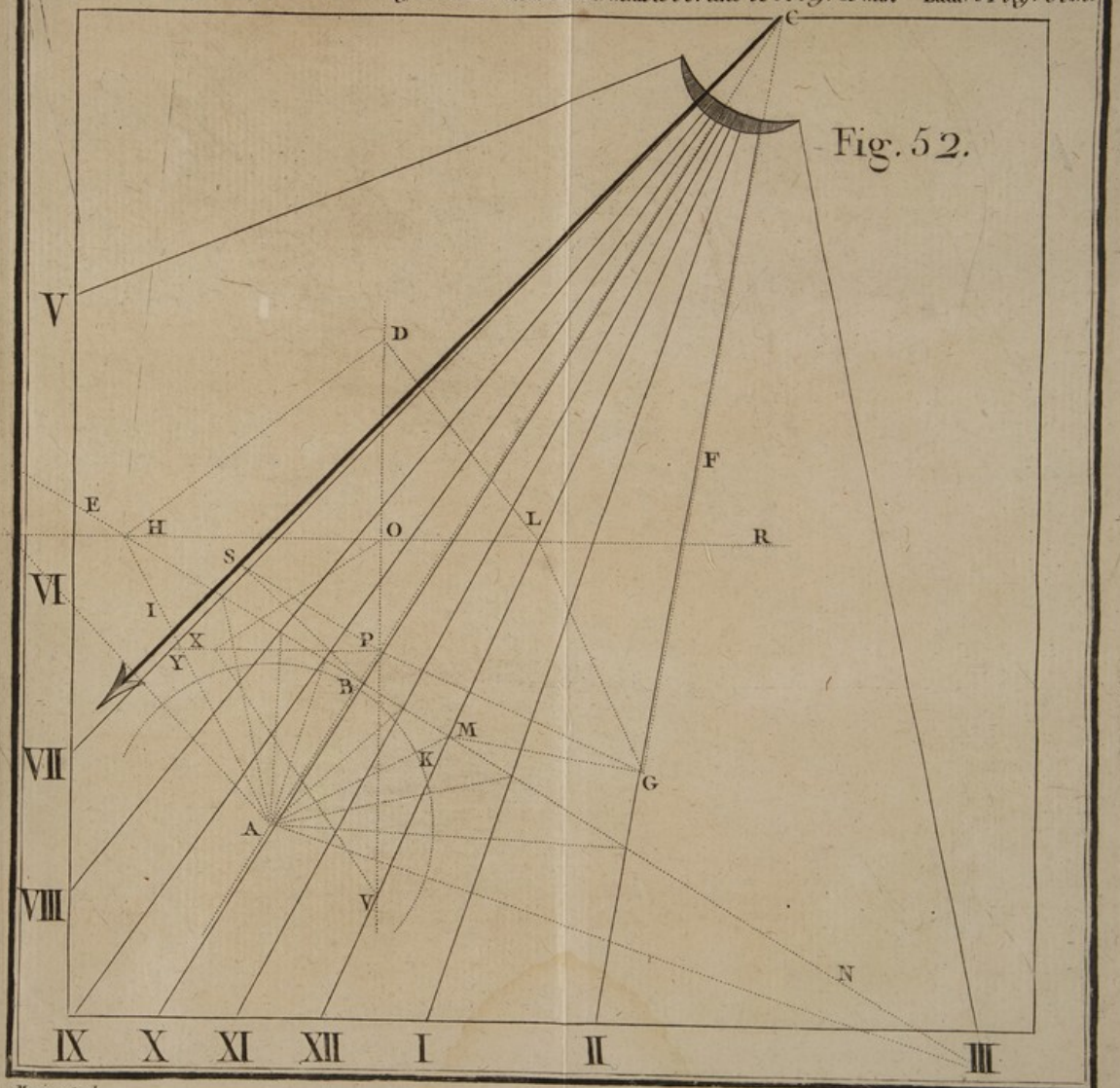


Maniere Scul.

Mounior Scul.

CADRAN Superieur, Incliné de 36 dégrés 30 min: declinant du midi a l'orient de 38 dég. 18 min Latit. 34 dég. 50 m.

Fig. 52.



Maniere d'ecrire

Meunier Sc.



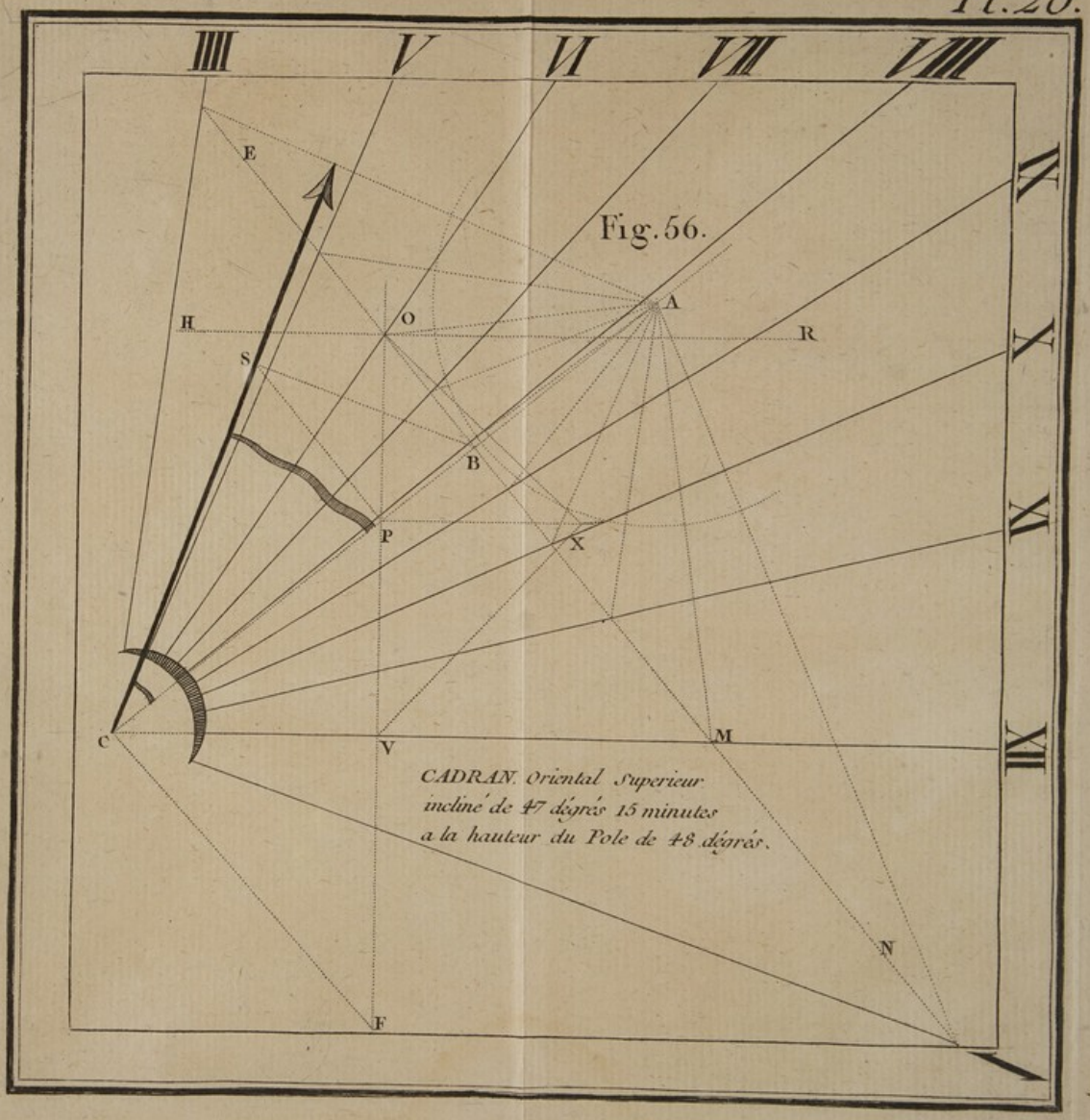
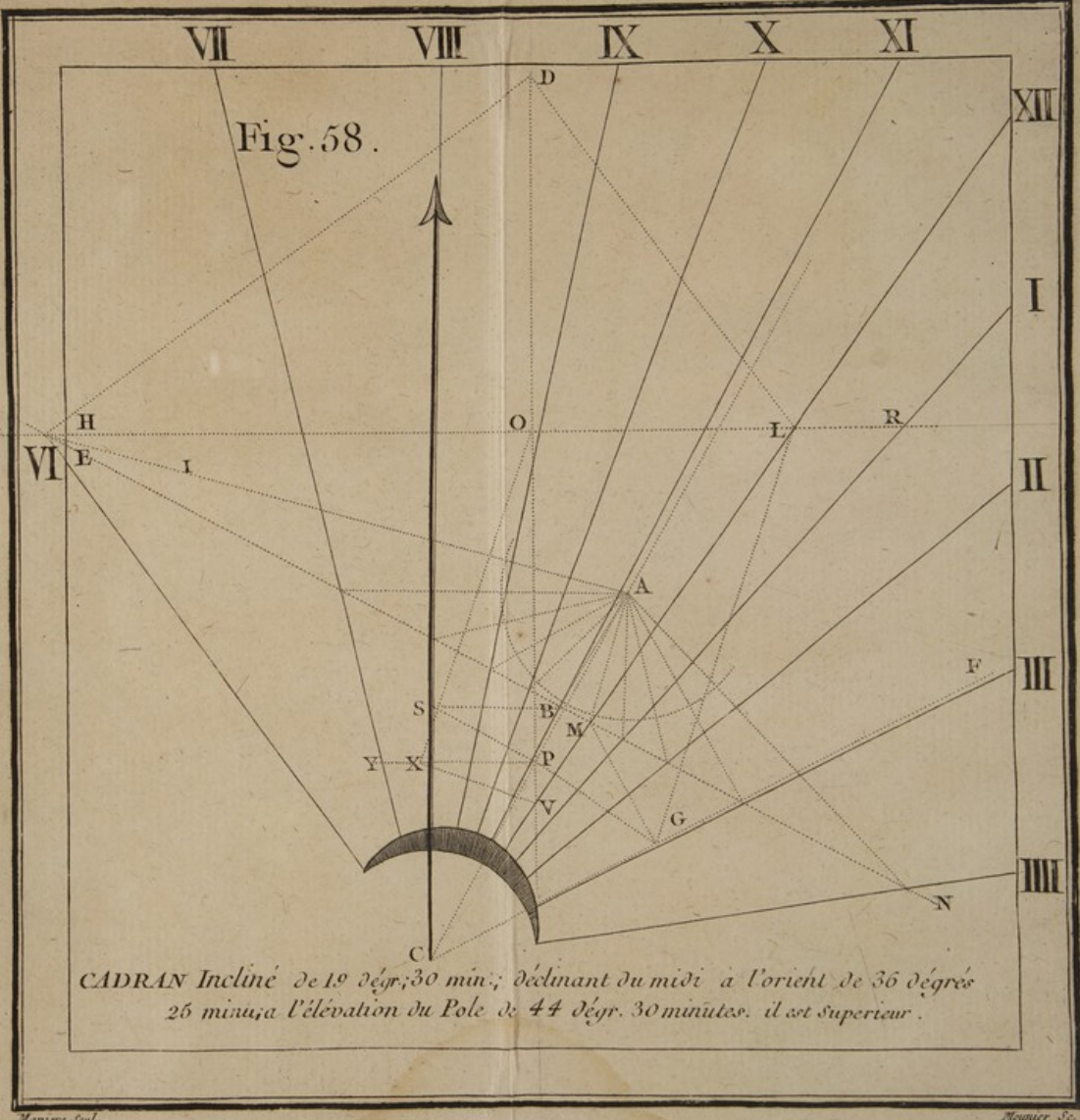

IIII
V
VI
VII
VIII
E
Fig. 56.
A
H
O
R
S
B
P
X
C
V
M
F
N
CADRAN Oriental Superieur
incliné de 47 dégrés 15 minutes
a la hauteur du Pole de 48 dégrés.

Fig. 58.



CADRAN Incliné de 19 dégr; 30 min.; déclinant du midi à l'orient de 36 dégrés 25 minutes; l'élévation du Pole de 44 dégr. 30 minutes. il est Superieur.

Maniere Scul. *Meunier Sc.*

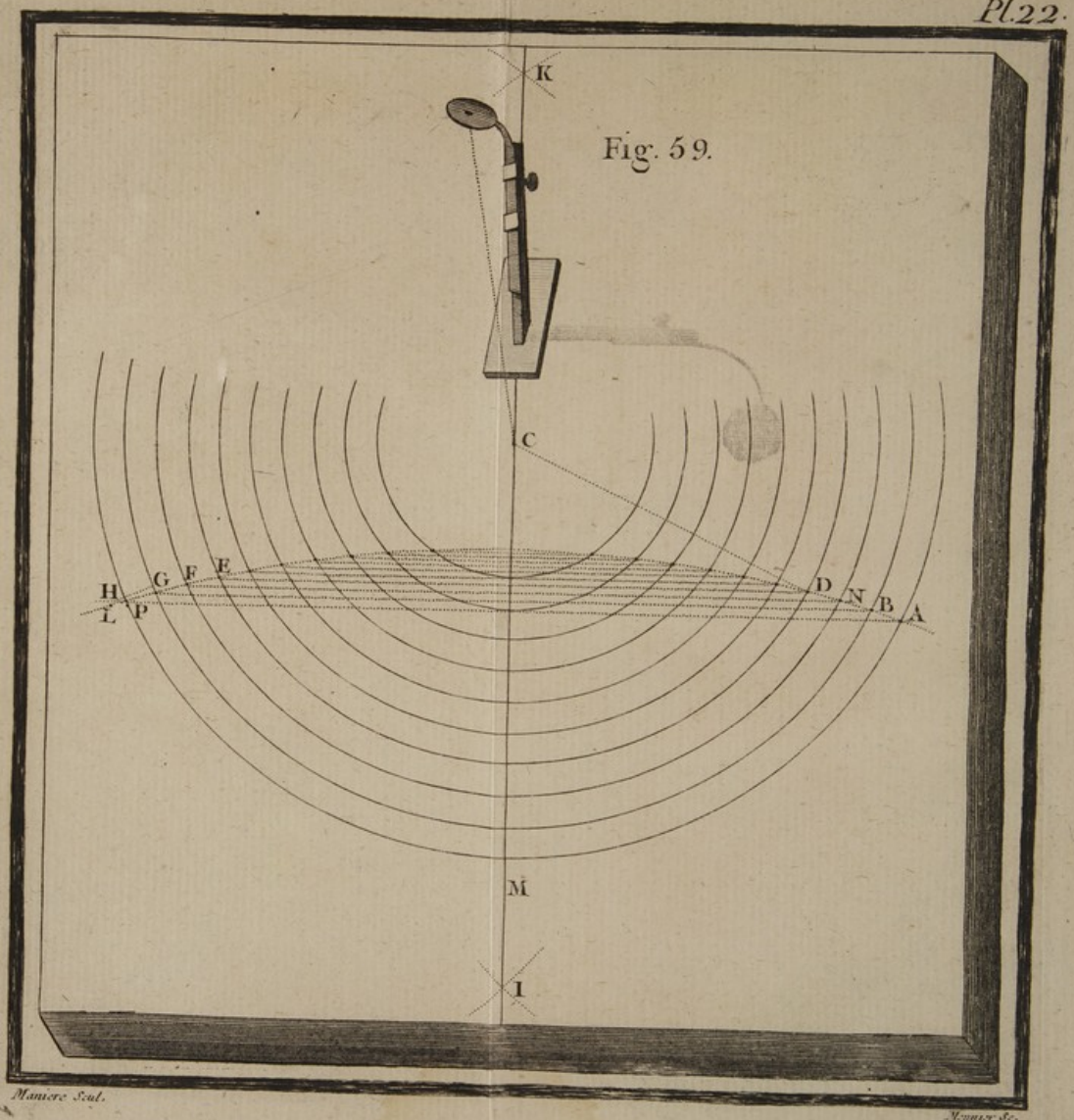


Fig. 59.

Maniere Sc.

Mauer Sc.

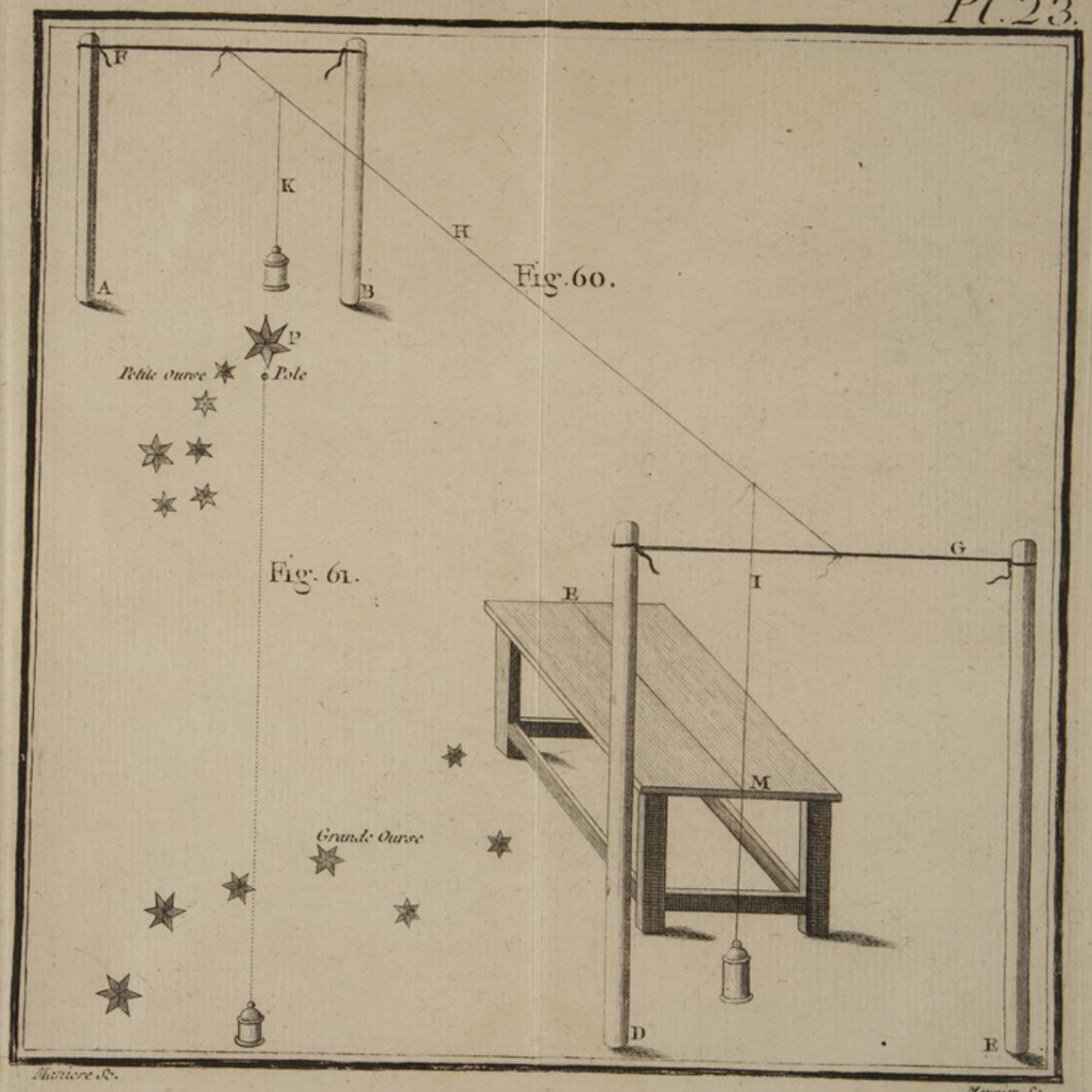
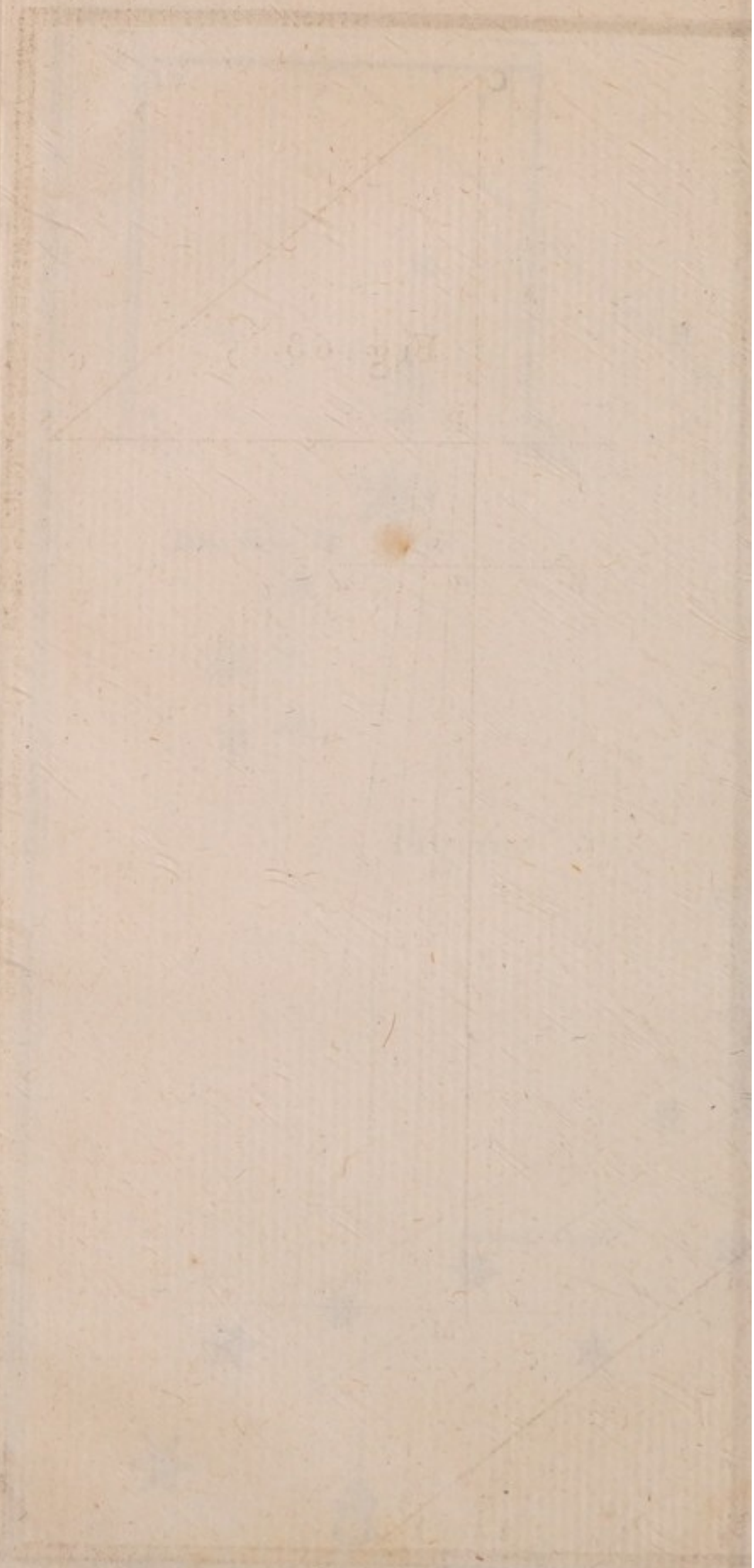


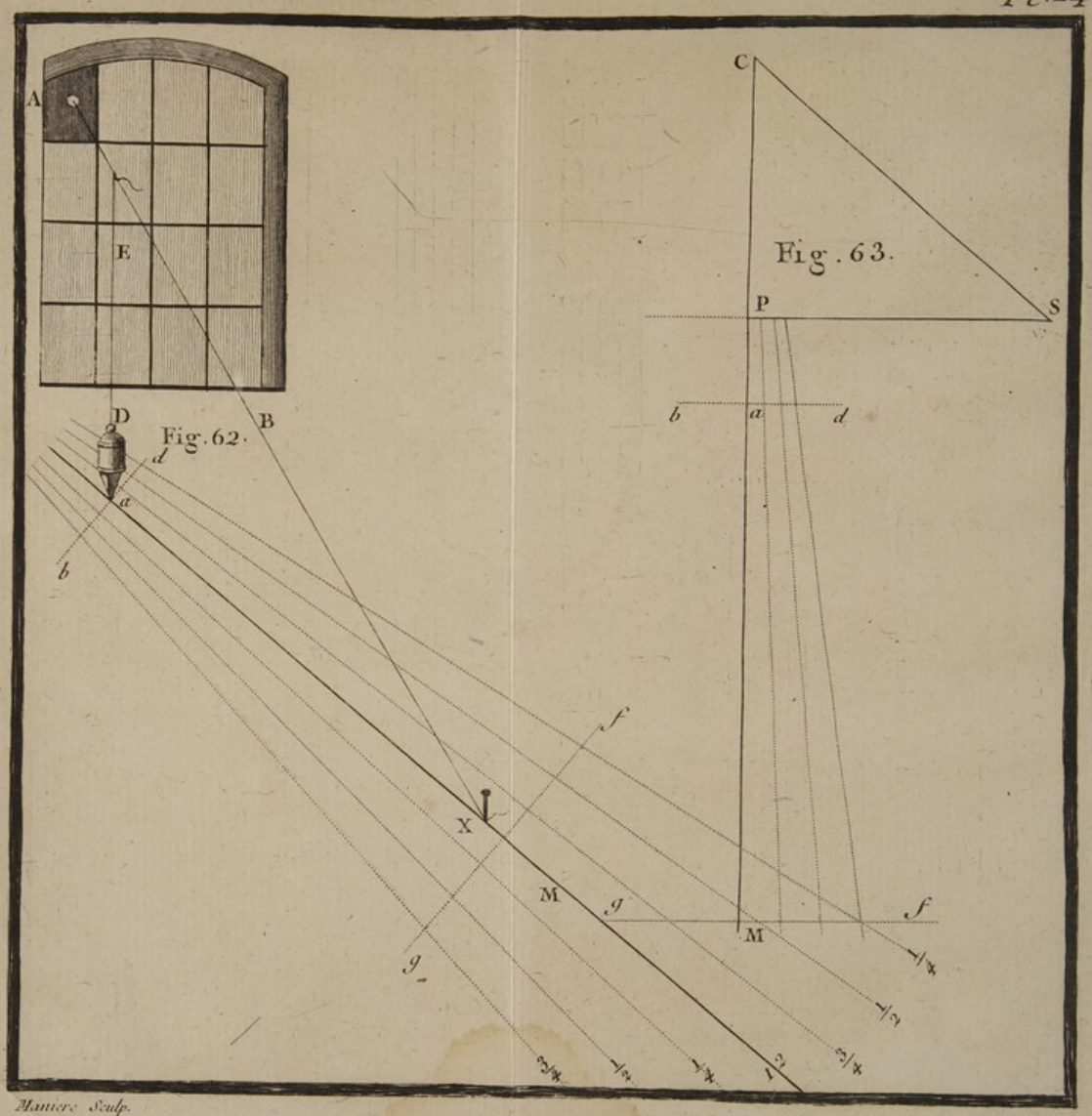
Fig. 60.

Fig. 61.

Mauriere &c.

Meunier Sc.



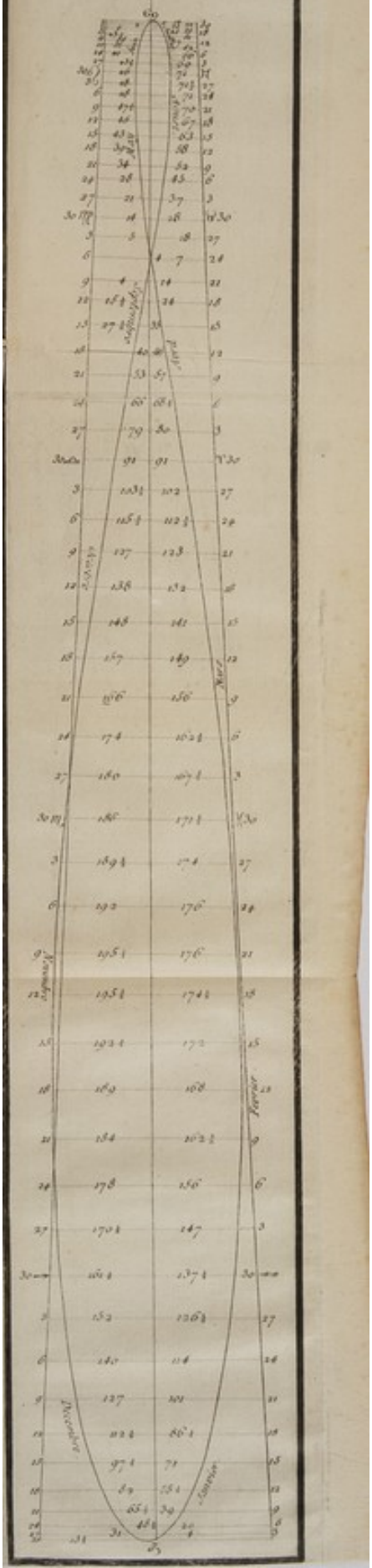


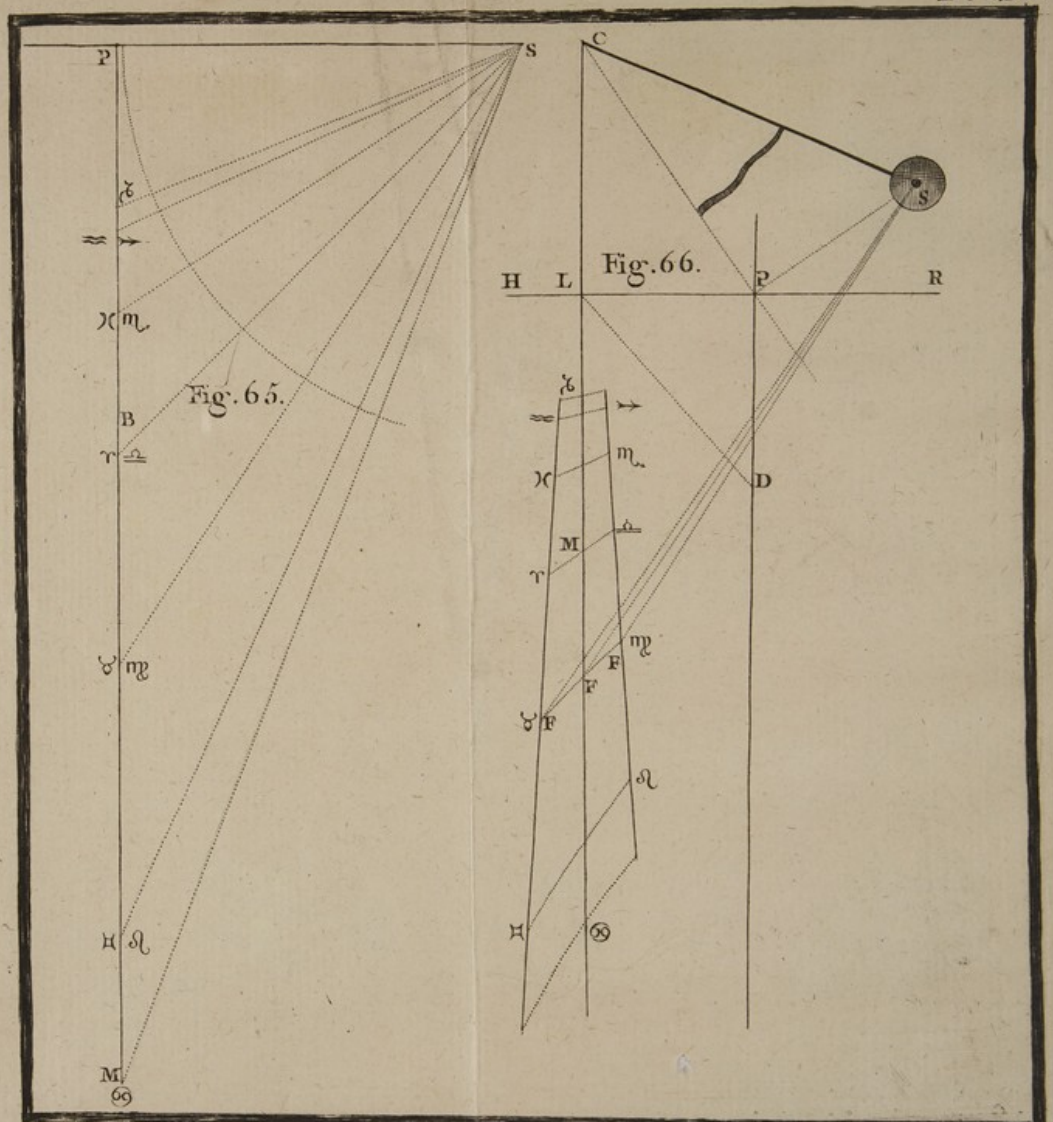
Maniere Sculp.

Meunier Scr.

MERIDIENNE horizontale du temps moyen à la hauteur du Pôle de 44 degrés 50 minutes.

Fig. 64.





Maniere Scul.

Meunier Sc.

MERIDIENNE Verticale du tems moyen, le plan declinant du midi vers l'orient de 42 degrés 36 minutes, à la hauteur du Pole de 44 degrés 50 minutes. C M, Meridienne du tems vrai. C S, longueur de l'Axe. & D, Soustilaire.

Pl. 27.

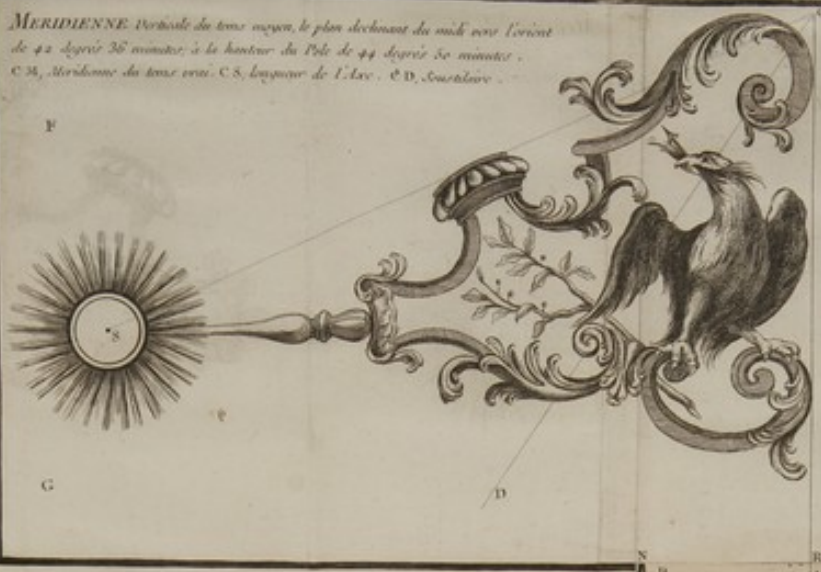


Fig. 67.

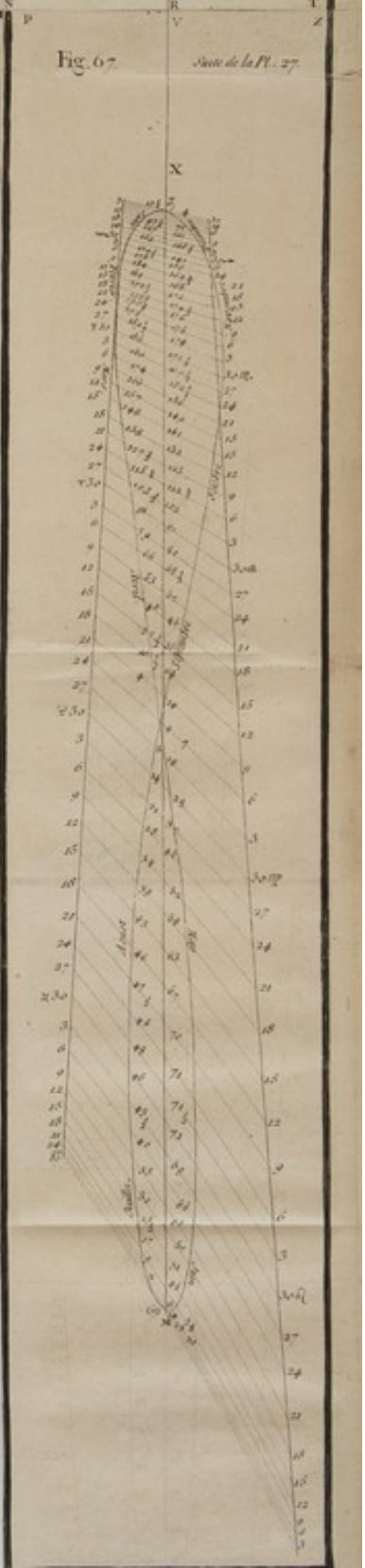
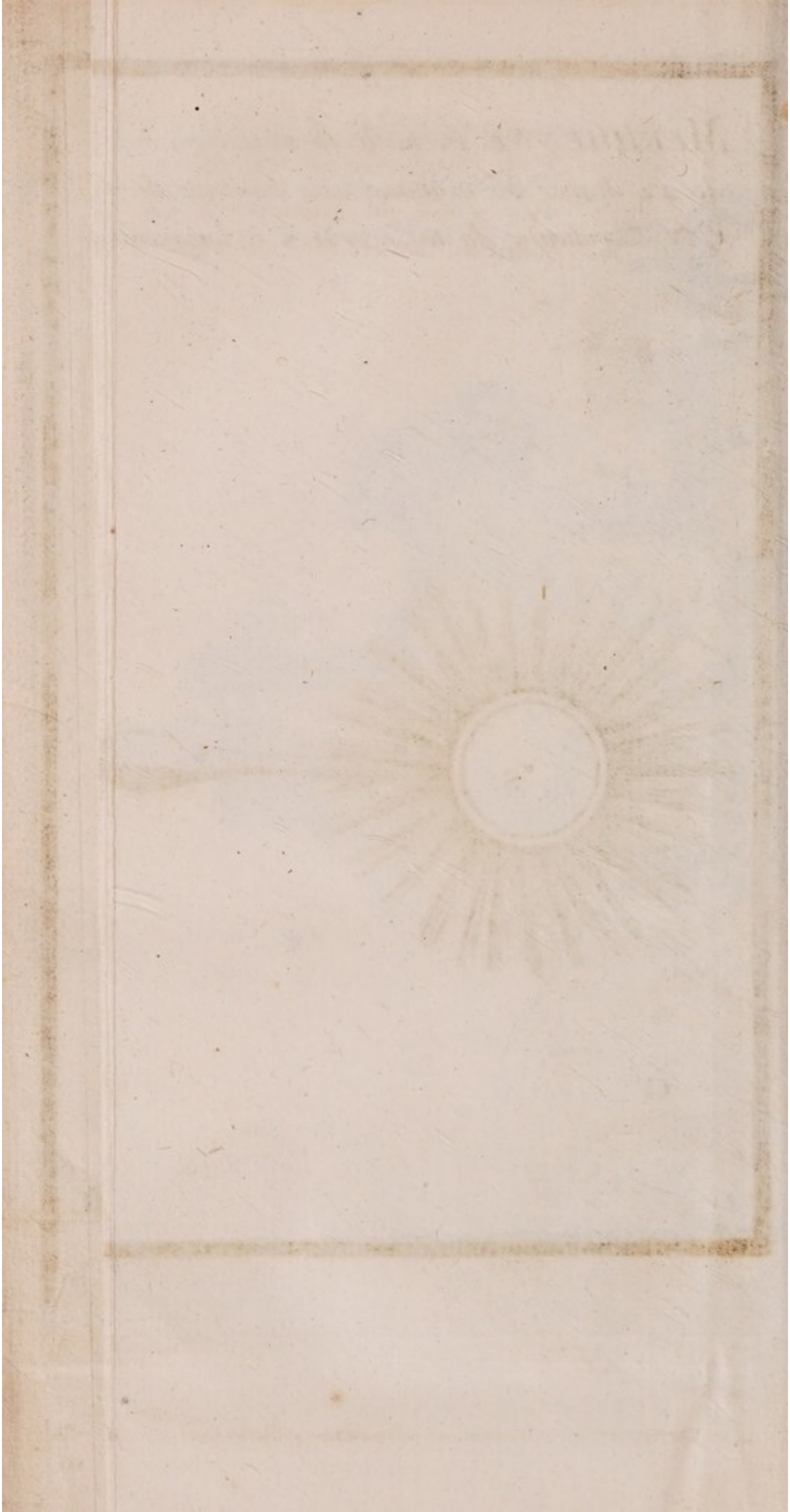
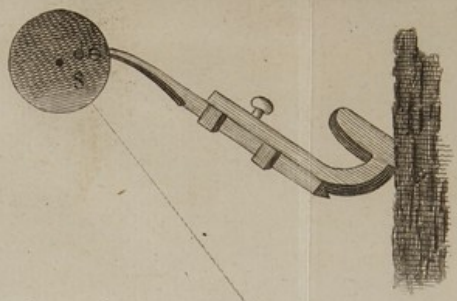


Fig. 67. *Suite de la Pl. 27.*



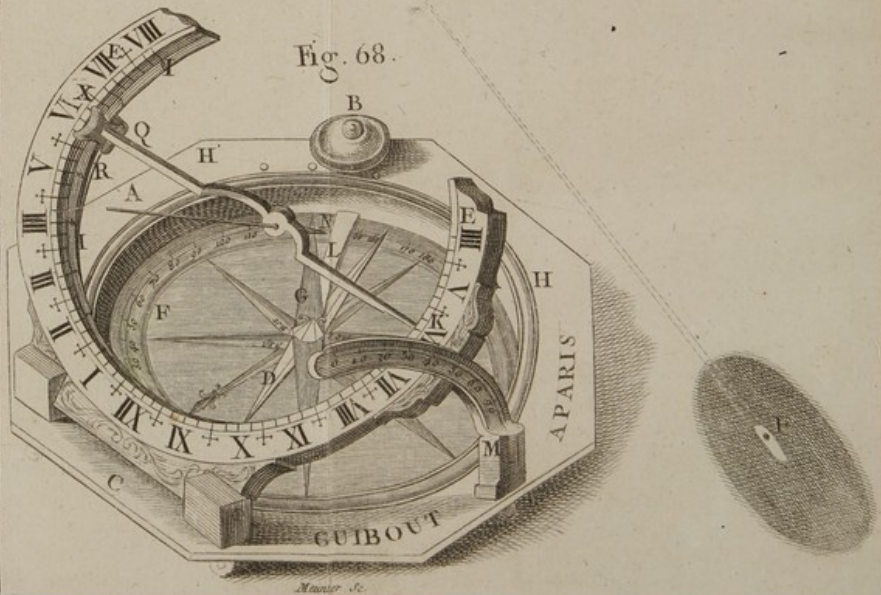


Voyez l'explication de cette fig. 79. à la Table des matieres au mot Point de lumiere.

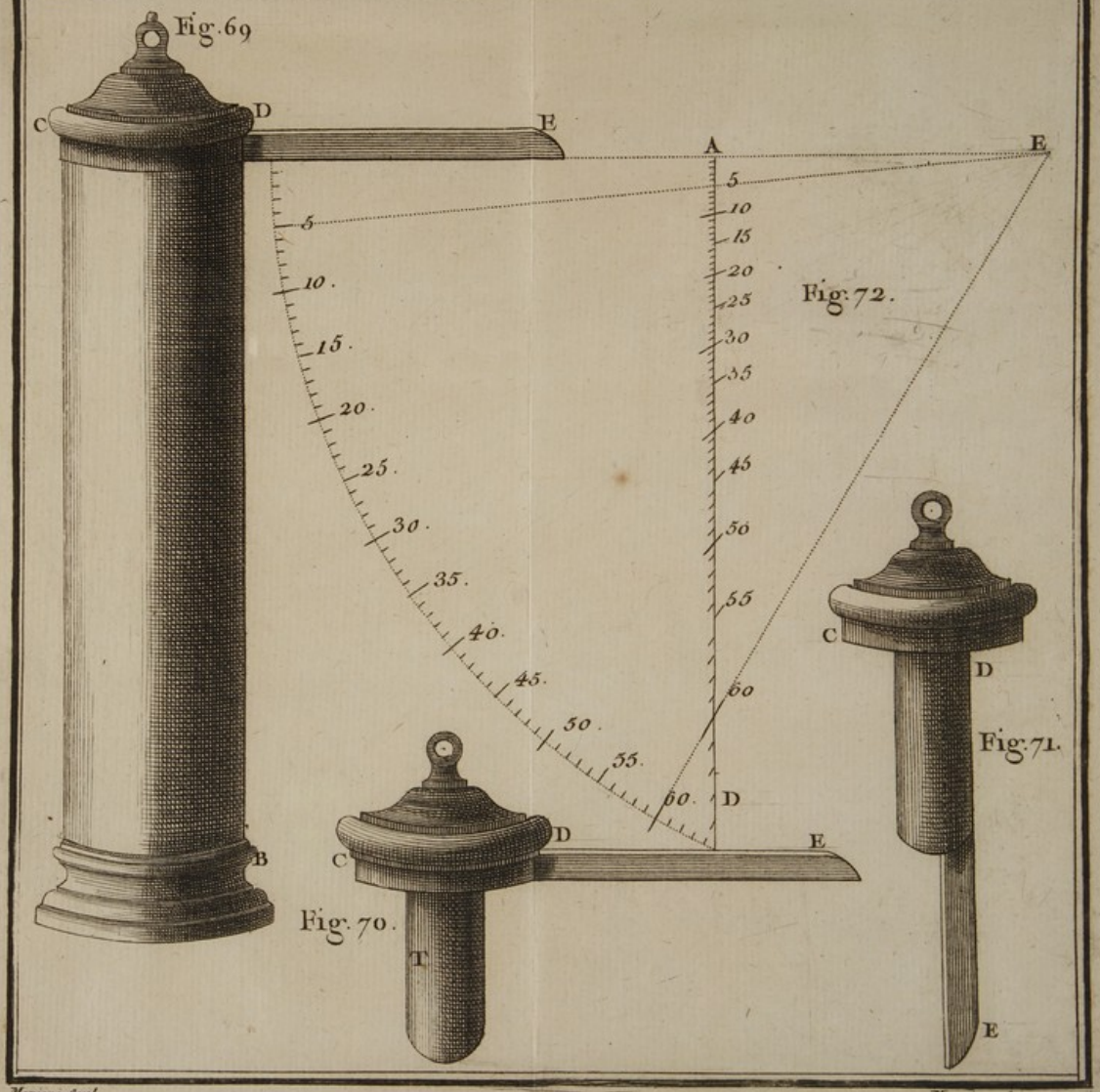
Fig. 79.

CADRAN Equinoctial portatif et universel.

Fig. 68.



de Seve Del. Maniere Sculp.



Maniere Scul.

Mounier Sc.

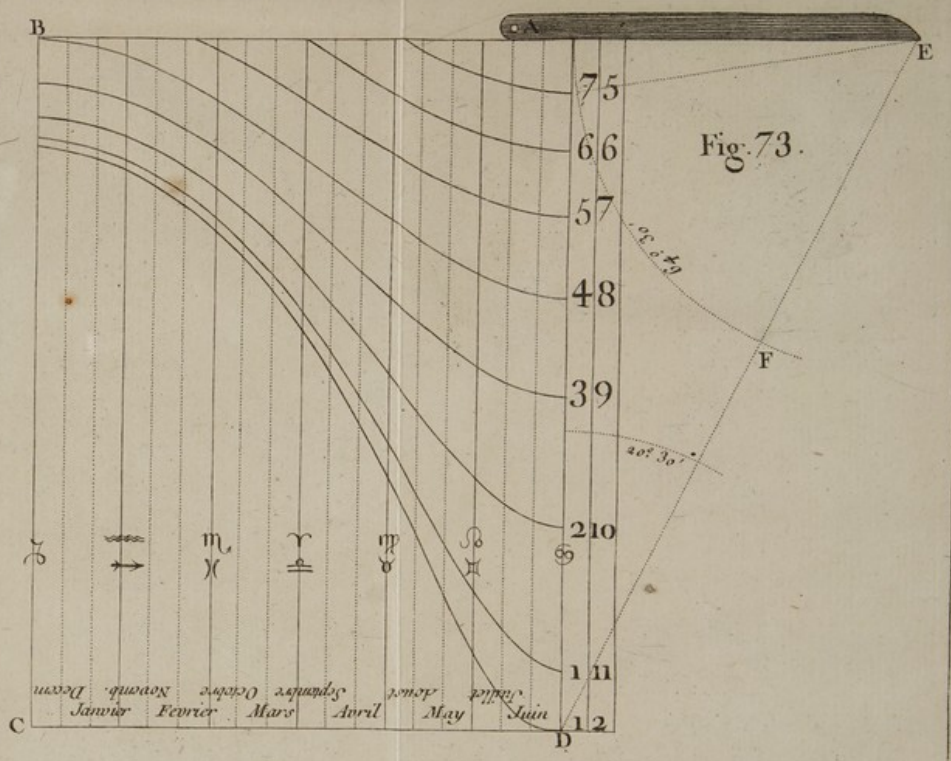


Fig. 73.

CADRAN sur un Cilindre portatif dont le plan est developé.

CADRAN, portatif sur un plan droit, qui marque les heures par les hauteurs du Soleil. a la hauteur du pole de 49 dégrés.

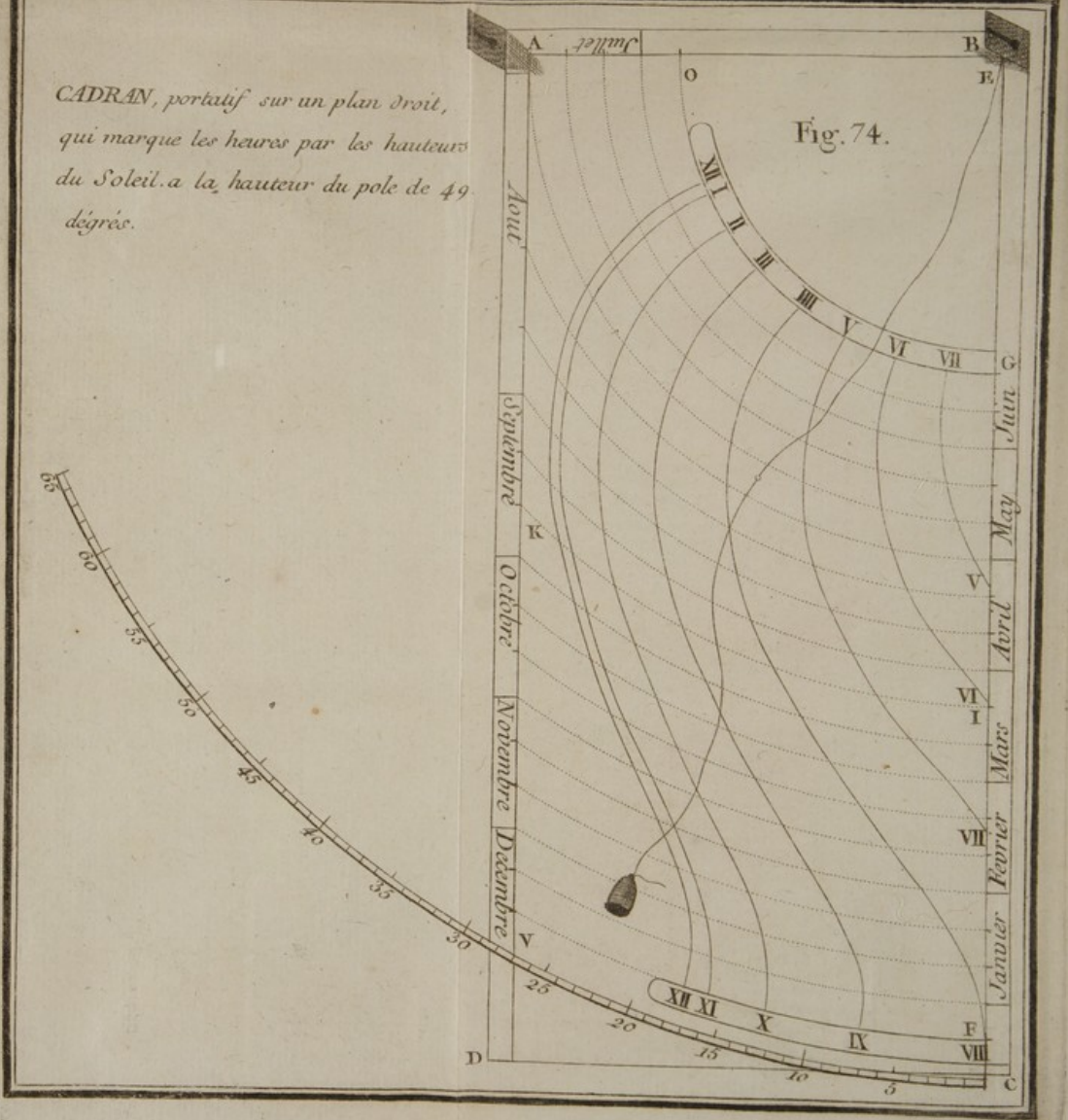
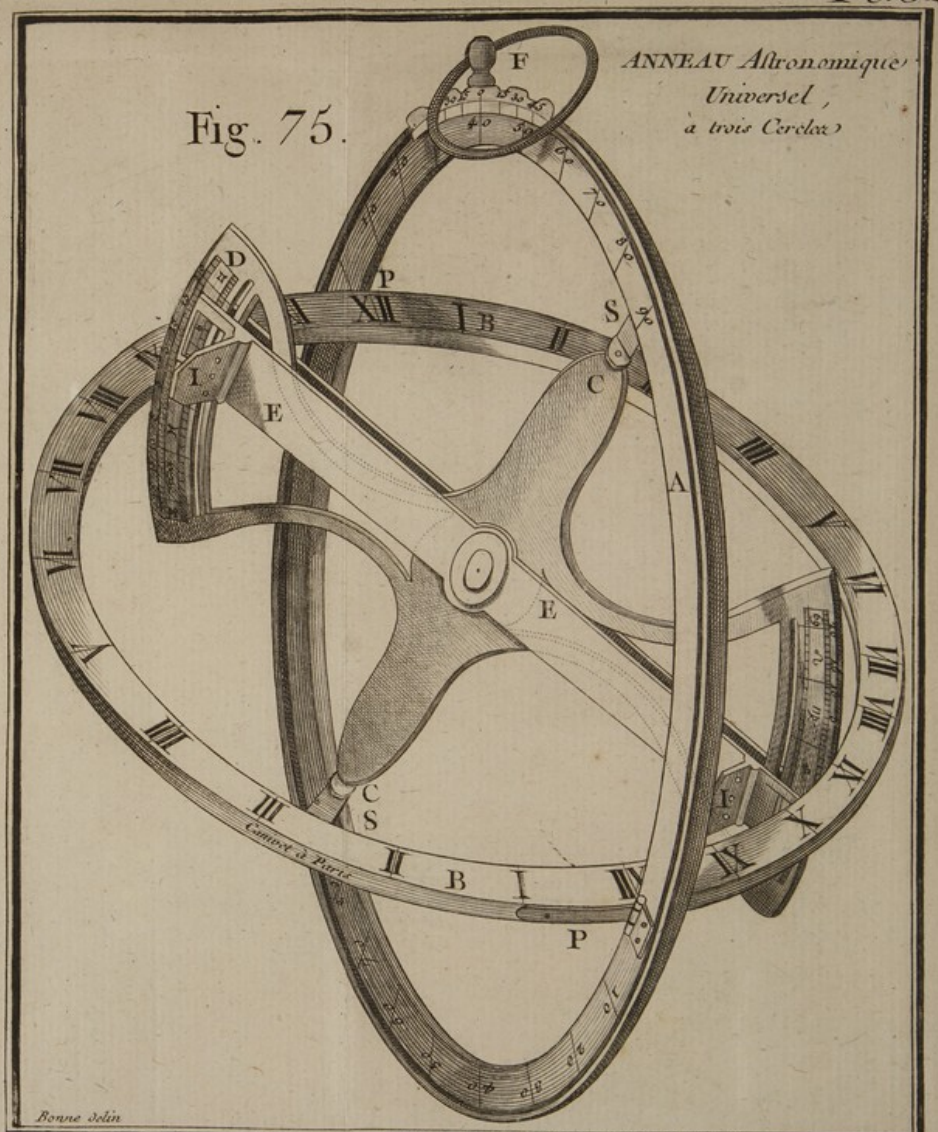


Fig. 74.

Fig. 75.

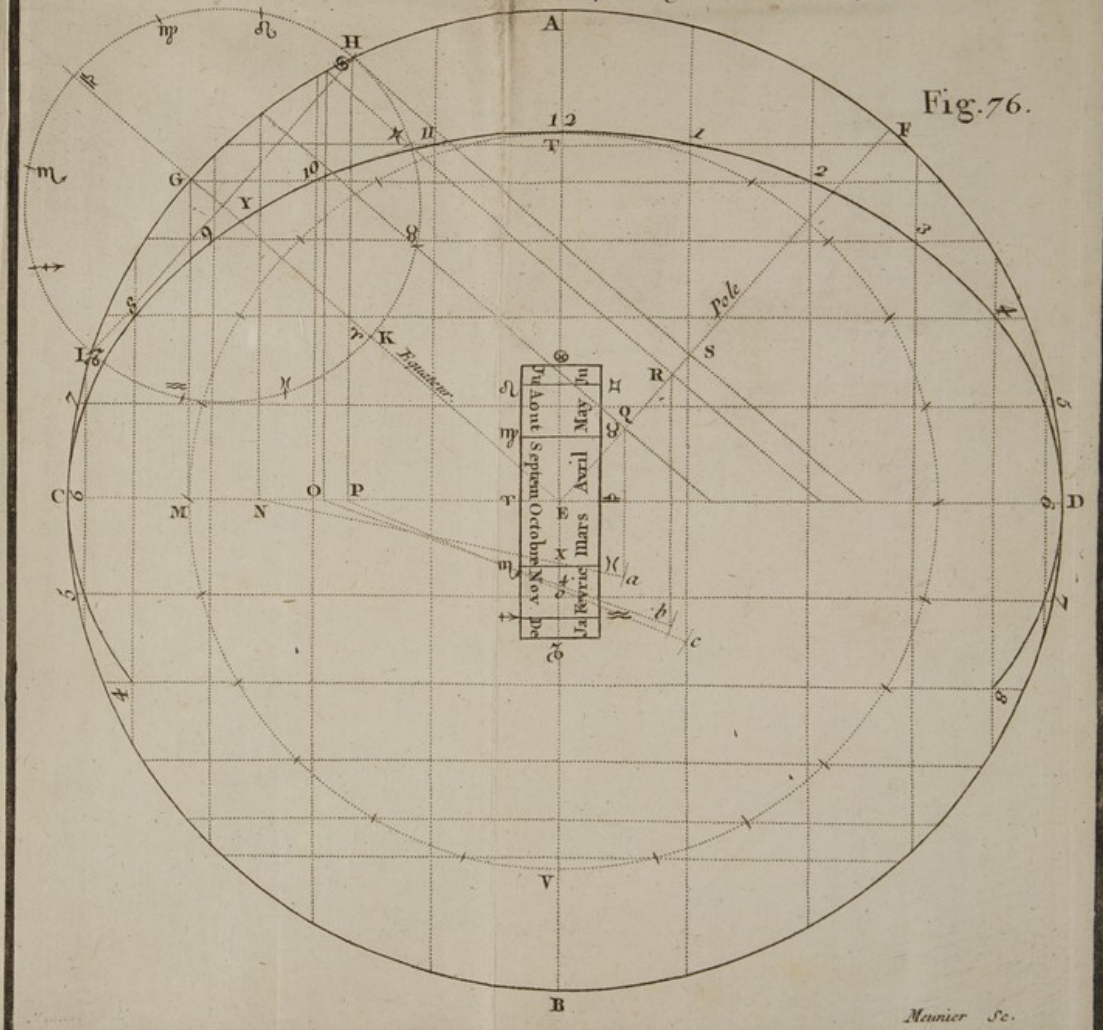
ANNEAU Astronomique Universel, à trois Cercles.



Bonne delin
Manière Seul.
Meunier Sc.

ANALEMME pour la construction du Cadran portatif Analemmatique. Lat. 49. Degrés.

Fig. 76.



Maunier Sc.

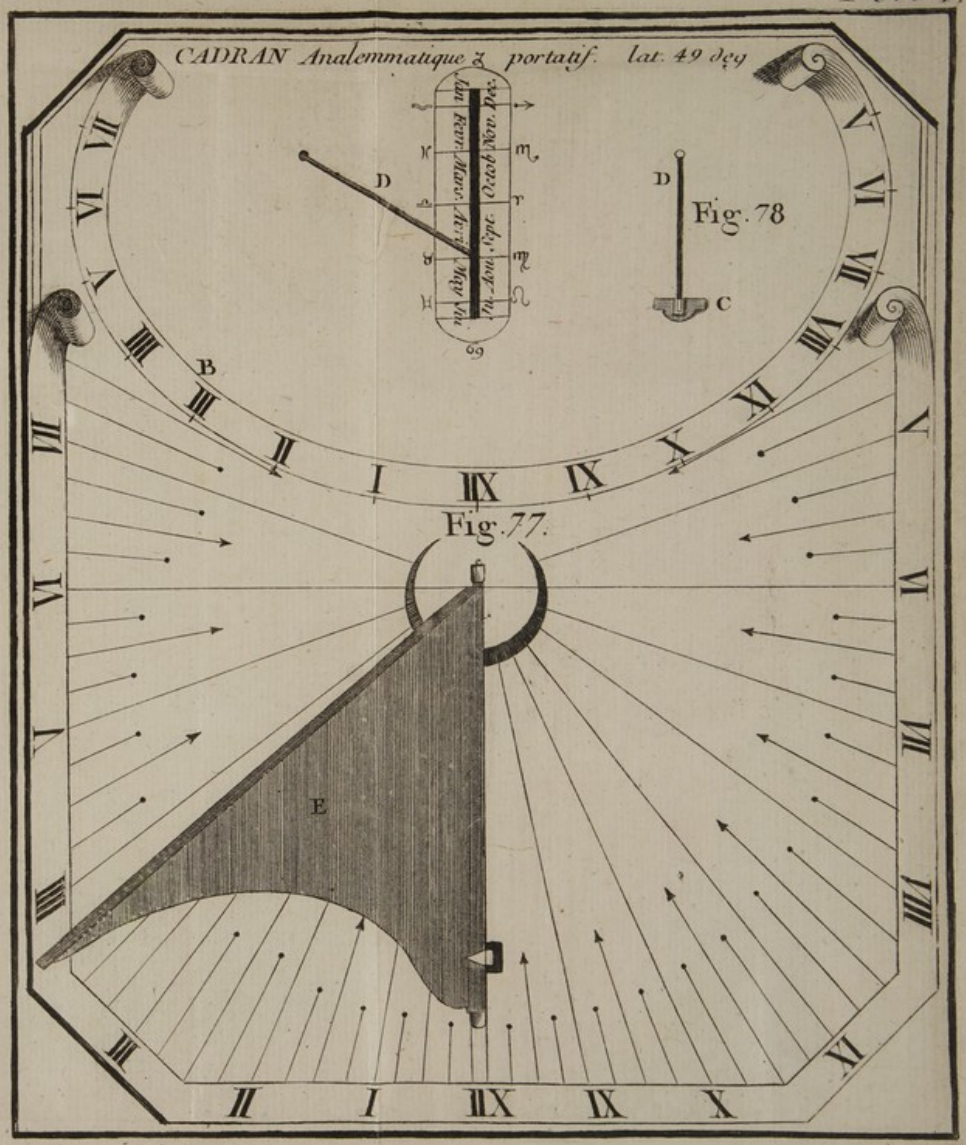


Fig. 78

Fig. 77.


CARTE
DE FRANCE
suivant les Operations
Geometriques de M.M. de l'Acad.
Royale des Sciences.
avec
les Pais Limitrophes assujetis aux
Observations Astronomiques combinées
avec les itineraires anciens & modernes.
Par R. Bonne
Ingenieur Géographe, et Maitre
de Mathematiques
1760.
Septentrion.
Midy
Occident.
Orient.
ANGLETERRE
ZEELANDE
PAYS BAS
HESSE
FRANCONIE
SUABE
GRISONS
LA MANCHE
PAYS DE CALAIS
FLANDRE
PICARDIE
NORMANDIE
BRETAGNE
LORRAINE
ALSACE
LE MAINE
ANJOU
TOURAINE
NIVERNOIS
POITOU
LA MARCHE
ANGOUMOIS
LIMOSIN
PERIGORD
GUIENNE
AGENOIS
LES LANDES
GASCOGNE
ARMAGNAC
LANGUEDOC
ROUERGUE
DAUPHINE
VIVAREZ
PROVENCE
COMTE DE NICE
BUGEY
BRESSE
WALAIS
BISCAYE
NAVARRE
ROUSSILLON
CATALOGNE
ARAGON
GOLFE DE LYON
GOLFE DE GENES
MER MEDITERRANÉE
I. de Wight
Belle Isle
Lieue d'une heure de 20 au degré
Lieue commune de France de 25 au Degré
Milles d'Italie de 60 au Degré
Milles d'Allemagne de 15 au Degré
Milles communs d'Angleterre
Lieue d'Espagne de 18 et demie au Degré





