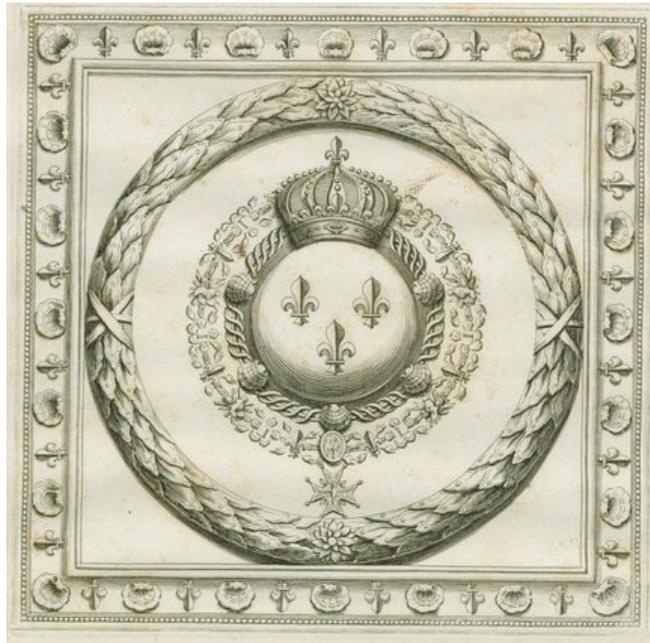


MESURE DE LA TERRE



A PARIS,
DE L'IMPRIMERIE ROYALE

M D C L X X I

Transcrit du livre numérisé par [Gallica](#) "[Mesure de la terre](#)" [[par l'abbé Picard](#)], 1671

Ce document expose dans le détail les procédés et procédures qui ont permis, dès avant la Révolution, d'établir la circonférence terrestre avec une exactitude remarquable à 20 541 600 Toises de 1,949 m, soit 40 035,578 km, grâce au "Quart-de-cercle" avec lunettes d'approche, par triangulations successives entre Montlhéry et Amiens et à des observations "célestes" pour la détermination des Latitudes. Un exemple de démarche scientifique de grande rigueur.

Les mesures brutes ont été transcrites dans le tableau "Mesures-Picard.xls" en même temps que les correspondances entre les différentes unités de longueur anciennes.





MESURE DE LA TERRE

ARTICLE I



e n'est pas d'aujourd'hui qu'on a tâché de déterminer la grandeur de la Terre. Plusieurs auteurs anciens se sont signalés par cette recherche ; mais la plus mémorable entreprise qui ait été faite sur ce sujet, est celle des Arabes, qui est rapportée en ces termes :

Les grands cercles de la Terre sont divisés en 360 parties, comme ceux que nous imaginons dans le Ciel. Ptolémée, Auteur de l'Amalgeste, et plusieurs autres des anciens, ont observés quel espace contenait sur la terre l'une de ces 360 parties ou degrés, et ont trouvé qu'elle contenait 66 milles et $\frac{2}{3}$. Ceux qui sont venus après eux ont voulu s'en éclaircir par leur propre expérience, car s'étant assemblés par l'ordre d'Almanon dans les plaines de Sanjar, et ayant pris la hauteur du Pole (latitude), ils se séparèrent en deux troupes. Les uns avancèrent vers le Septentrion, et les autres vers le Midi, allant le plus loin qu'il leur fut possible, jusqu'à ce que l'une des troupes eût trouvé le Pole septentrional plus élevé d'un degré, et que l'autre, au contraire, l'eût trouvé abaissé d'un degré. Ils se rassemblèrent après leur à leur première station pour confronter leurs observations. On trouva que l'une des troupes avait compté dans son chemin 56 milles et $\frac{2}{3}$, au lieu que l'autre n'avait compté que 56 milles juste ; mais ils demeurèrent d'accord du compte de 56 milles $\frac{1}{3}$ pour un degré : si bien qu'entre les observations des anciens et celles des modernes il y a une différence de 10 milles.

Comme nous savons que Ptolémée avait établi la grandeur du degré de 500 stades pour lesquels les Arabes ont compté 66 milles $\frac{1}{2}$, il s'ensuit que le mille

Arabique était égal à 7 stades et 1/2. Mais il reste à savoir de quels stades Ptolémée se sera servi ; car si c'étaient des stades Grecs, dont il en fallait huit pour un mille d'Italie ancien, la proportion du mille Arabique à celui d'Italie serait comme de 15 à 16, et par conséquent les 56 milles 1/3 trouvés au degré par les Arabes, ne feraient que 53 milles d'Italie anciens et 1/2. Mais si nous supposons plus favorablement pour les Arabes et, comme il est plus vraisemblable, que les 500 stades de Ptolémée étaient Alexandrins, plus grands que les stades Grecs, suivant la proportion communément reçue de 144 à 125, nous trouverons que le degré par la mesure des Arabes était de 61 milles d'Italie et un demi, ce qui ferait 47188 Toises de Paris, supposé que le pied Romain ancien, tel que le Père Riccioli après Villalpande l'a voulu établir, fait à celui de Paris comme 667 à 720, bien que le pied Romain, dont on voit le modèle au Capitole, ne fait au même pied de Paris que comme environ 653 à 720.

C'est une chose assez remarquable, qu'anciennement la mesure de la Terre soit allée toujours en diminuant. Car si l'on en croyait Aristote, ou plutôt les Mathématiciens de son temps, auxquels il s'en rapporte, le degré ferait d'environ 1111 stades ; au lieu qu'Eratosthènes n'y en compta que 700, Posidonieu 666, et enfin Ptolémée 500. De manière que les Arabes auraient suivi le même exemple, en faisant le degré plus petit que tous ceux qui les avaient précédés. Mais sans entrer dans la discussion, si ces opinions sont aussi différentes qu'elles paraissent, il suffit de dire en un mot que nous ignorons les justes grandeurs des mesures anciennes, toutes les mesures que les anciens nous ont laissées ayant été altérées par le temps.

Entre les auteurs modernes, Fernel et Snellius ont été les premiers qui, ne se contentant pas d'une tradition incertaine, nous ont voulu laisser leurs observations particulières pour la grandeur du degré.

Fernel, au commencement de sa Cosmothéorie, dit, qu'étant parti de Paris, il marcha directement vers le Nord, jusqu'à ce que, par les hauteurs Méridiennes du Soleil, il eût trouvé la hauteur du Pole plus grande qu'à Paris d'un degré entier : mais soit qu'il ait voulu imiter les Arabes, ou pour quelque autre considération, il nous a celé le nom du lieu où il s'était arrêté, disant seulement que c'était à 25 lieues de Paris et que, pour savoir plus précisément cette distance, il monta dans un coche, compta tous les tours de roues jusqu'à Paris ; et qu'enfin ayant estimé ce que les inégalités et les détours des chemins avaient pu apporter d'augmentation, il jugea qu'un degré d'un grand cercle de la Terre contenait 68096 pas Géométriques, qui selon notre façon de mesurer valent 56746 Toises 4 pieds de Paris.

Snellius a tenu une méthode plus certaine, et semblable à celle qui se verra pratiquée dans la suite comme plus exacte ; mais le Père Riccioli, par une méthode que nous examinerons sur la fin, a depuis enchéri par dessus les autres, faisant le degré de 64 363 pas de Bologne, ou environ 62900 de nos Toises.

Dans cette diversité d'opinions, il était à propos de travailler tout de nouveau à la solution de ce fameux problème, non seulement pour l'utilité de la Géographie, en ce qui concerne les différences des Longitudes, mais particulièrement encore pour l'usage de la Navigation ; d'autant plus, que jusqu'à présent personne ne s'était avisé de se prévaloir du grand avantage qu'on pouvait tirer des lunettes d'approche pour l'exécution de ce dessein, et que d'ailleurs il est facile d'établir une mesure qui ne puisse changer.

ARTICLE II

La Terre et l'Eau ne sont ensemble qu'un même Globe, qui comprend l'une et l'autre sous le nom de Terre. On ne s'arrête pas ici à en rapporter les preuves ; mais cette vérité étant supposée pour constante, on demande quelle est la grandeur du Globe de la Terre. Et, parce qu'il serait impossible de mesurer le tout entier, on est réduit à la mesure d'une partie dont on puisse conclure la grandeur du tout, et on se retranche ordinairement à la quantité d'un degré.

Car, bien que la rondeur de la Terre soit en soi moins altérée par les inégalités des montagnes, que celle d'une orange la plus fine par le grain de son écorce, toutefois, ces mêmes inégalités sont si considérables à notre égard, et si grandes en comparaison des mesures vulgaires, que pour venir à la connaissance d'une distance considérable, quoique moindre que celle d'un degré, on est obligé d'avoir recours à la géométrie, en se servant d'une suite de triangles liés ensemble, dont les côtés sont comme autant de grandes mesures qui, passant par dessus les inégalités de la surface de la Terre, donnent enfin la mesure d'une distance qu'il aurait été impossible de mesurer autrement.

Pour bien former ces triangles, il était nécessaire que l'on pointât à des objets éloignés, avec une précision qui fût non seulement telle que l'on pût s'assurer de tout l'objet en gros, mais même que l'on déterminât dans l'objet jusqu'à un point certain. On avait inventé pour cela diverses sortes de pinnules, mais toutes imparfaites et incapables de donner la justesse que l'on demandait. C'est pourquoi Snellius, voulant excuser l'erreur de quelques minutes qui se rencontrait dans les triangles, a eu raison de s'en prendre aux pinnules, au travers desquelles, comme il dit lui-même, un objet gros de plusieurs minutes n'était vu que comme un point, et encore avec peine. Mais on s'est avisé depuis quelques années de mettre des lunettes d'approche à la place des pinnules anciennes : ce qui a si heureusement réussi, qu'il semble qu'il n'y ait plus rien maintenant à désirer là-dessus, comme on verra dans la suite.

ARTICLE III

Dans le dessein que l'on s'était proposé de travailler à la mesure de la Terre, on a jugé que l'espace contenu entre Sourdon en Picardie et Malvoisine dans les confins du Gâtinais et du Hurepois, serait très commode pour l'exécution de cette entreprise : car ces deux termes, qui sont distants l'un de l'autre d'environ trente-deux lieues, sont situés à peu près sur le même Méridien ; et l'on avait su, par plusieurs courses faites exprès, qu'ils pouvaient être liés par des triangles avec le grand chemin de Villejuive à Juvisy, lequel chemin étant pavé en ligne droite, sans aucune inégalité considérable, et d'une longueur telle qu'on verra ci-après est propre pour servir de base fondamentale à toute mesure qu'on avait entreprise.

Pour mesurer actuellement la longueur de ce chemin, on choisit quatre bois de piques, de deux Toises chacun, qui se joignant à vis deux-à-deux par le gros bout, faisaient deux mesures de quatre toises chacune.

L'ordre que l'on garda en mesurant fut que, lorsqu'une des mesures avait été posée à terre, on y joignait l'autre bout-à-bout le long d'un grand cordeau, puis on relevait la première et ainsi de suite. Et pour compter avec plus de facilité, on avait donné dix fiches à celui des mesureurs qui s'était rencontré la première

fois à la tête des deux mesures, lequel devait laissé une fiche à chaque fois qu'il poserait la mesure à terre : ainsi chaque fiche valait huit Toises ; et quand les dix fiches avaient été relevées, on marquait 80 Toises.

C'est ainsi qu'on a mesuré deux fois la distance depuis le milieu du Moulin de Villjuive, tout le long du grand chemin, jusqu'au Pavillon de Juvisy, laquelle distance a été trouvée de 5 662 Toises 5 pieds en allant, puis de 5663 Toises un pied en revenant : mais comme l'on espérait pas pouvoir approcher plus près la justesse, on a partagé le différend, s'arrêtant au compte rond de 5663 Toises, pour la longueur de la ligne ou base fondamentale, sur laquelle nous avons établi tous les calculs ci-après : outre que sur la fin de l'ouvrage, nous avons vérifié le tout par une seconde base de 3 902 Toises actuellement mesurée comme la première. En quoi nous aurons sans doute beaucoup d'avantages par dessus ceux qui nous ont précédé : car Snellius ayant commencé par une distance mesurée de 326 verges 4 pieds, mesure de Rhein, qui font 630 de nos Toises, s'est ensuite réglé sur une qui n'était que de 87 verges de Rhein, ou 168 Toises. Et le Père Riccioli a fondé toute sa mesure sur une base de 1088 pas de Bologne, ou environ 1064 Toises de Paris.

ARTICLE IV

La Toise dont nous venons de parler, et que nous avons choisie comme la mesure la plus certaine, et la plus usitée en France, est celle du Grand Châtelet, suivant l'original qui en a été nouvellement établi. Elle est de 6 pieds ; le pied contient 12 pouces, et le pouce 12 lignes. Mais de peur qu'il n'arrive à notre Toise, comme à toutes les mesures anciennes, dont ne reste plus que le nom, nous l'attacherons à un original, lequel étant tiré de la Nature même, doit être invariable et universel.

Pour cet effet, on a déterminé très exactement avec deux grandes Horloges à pendule, la longueur d'un pendule simple, dont chaque vibration ou agitation libre était d'une seconde de temps conformément au moyen mouvement du Soleil ; laquelle longueur s'est trouvée de 36 pouces 8 lignes 1/2, selon la mesure du Châtelet de Paris.

On sait communément que pour faire varier un pendule simple, on suspend à un filet très flexible une petite boule, environ de la pesanteur d'une balle de mousquet ; et que la longueur de ce pendule doit être mesurée depuis le haut du filet jusqu'au centre de la boule, supposé que le diamètre n'excède guère la trente-sixième partie de la longueur du filet, autrement, il faudrait tenir compte d'une partie proportionnelle, que nous négligeons ici. Il faut aussi prendre garde que les vibrations soient petites, parce que au-dessus d'une certaine grandeur elles sont entr'elles d'inégale durée.

La boule de notre pendule était de cuivre, d'un pouce de diamètre, faite au tour. Le filet avec lequel les premières expériences ont été faites était de soie plate ; mais parce qu'elle s'allonge sensiblement à la moindre humidité de l'air, on a trouvé qu'il valait mieux se servir d'un simple brin de Pite, qui est une sorte de filasse qu'on apporte de l'Amérique. Le haut du filet était passé dans une pincette carrée qui le tenait ferré et le terminait exactement. Par ce moyen le mouvement du pendule était plus libre et la longueur plus facilement mesurée avec une verge de fer exactement comprise entre la pincette et la boule.

Les deux Horloges dont on s'est servi, étaient de ces grandes dont le pendule marque les secondes entières. Elles étaient exactement réglées selon le moyen mouvement du Soleil et tardaient de 3'56" sur chaque retour d'une même Etoile fixe au Méridien, avec tant de régularité, que quelquefois elles ne se trouvaient pas différentes l'une de l'autre de la valeur d'une seconde pendant plusieurs jours. On mettait en mouvement un pendule simple, le faisant aller et venir du même côté que les pendules de ces horloges ; et l'ayant laissé en cet état, on revenait voir de temps en temps ce qui se passait ; car pour peu que ce pendule simple fût ou plus long ou plus court que de 36 pouces 8 lignes et demie, on s'apercevait en moins d'une heure de quelque discordance. Il est vrai que cette longueur ne s'est pas toujours trouvée si précise, et qu'il a semblé qu'elle devait être réglément un peu raccourcie en Hiver, et allongée en Été ; mais seulement de la dixième partie d'une ligne : de sorte qu'ayant égard en quelque façon à cette variation, on a mieux aimé tenir le milieu, et prendre pour mesure certaine la longueur de 36 pouces et demie.

Si l'on avait une fois ainsi trouvé la longueur d'un pendule à secondes, exprimée suivant la mesure usuelle de chaque pays, on aurait par ce moyen la proportion des mesures différentes aussi justes que si les Originaux avaient été confrontés ensemble ; et l'on aurait cet avantage que l'on pourrait savoir à l'avenir le changement qui leur serait arrivé.

Mais outre les mesures particulières, on pourrait convenir de celles qui suivent, lesquelles n'ont besoin d'aucun autre original que le Ciel.

La longueur d'un pendule à secondes de temps moyen pourrait être appelée du nom de Rayon Astronomique, dont le tiers serait le pied universel.

Le double du Rayon Astronomique ferait la toise universelle, qui serait à celle de Paris comme 881 à 864.

On pourrait aussi prendre le quadruple Rayon Astronomique pour faire la perche universelle égale à la longueur d'un pendule à deux secondes. Enfin le mille universel contiendrait 1000 perches.

Ces mesures universelles supposent que la différence des lieux ne cause aucune variation sensible aux pendules. Il est vrai que l'on a fait à Londres, à Lyon ou à Bologne en Italie, quelques expériences d'où il semble que l'on pourrait conclure que les pendules doivent être plus courts à mesure que l'on avance vers l'Equateur ; conformément à la conjecture qui avait déjà été proposée dans l'assemblée que, supposé le mouvement de la Terre, les poids devaient descendre avec moins de force sous l'Equateur que sous les Poles : mais nous ne sommes pas suffisamment informés de la justesse de ces expériences pour en conclure quelque chose ; et d'ailleurs, on doit remarquer qu'à la Haye, où la hauteur du pôle est plus grande qu'à Londres, la longueur d'un pendule exactement déterminée par le moyen des Horloges, a été trouvée la même qu'à Paris. C'est pourquoi nous donnons avis à ceux qui voudront faire l'expérience du pendule simple, de se servir des grandes Horloges à pendule, parce qu'autrement ils rencontreront difficilement la mesure juste.

S'il se trouvait par expérience que les pendules fussent de différentes longueurs en différents lieux, la supposition que nous avons faite touchant la mesure universelle tirée des pendules ne pourrait subsister ; mais cela n'empêcherait pas que dans chaque lieu il n'y eût une mesure perpétuelle et invariable.

La longueur de la Toise de Paris et celle du pendule à secondes, telle que nous l'avons établie, seront soigneusement conservées dans le magnifique Observatoire que Sa Majesté fait bâtir pour l'avancement de l'Astronomie.

ARTICLE V

Comme l'instrument dont nous nous sommes servis pour mesurer la Terre a quelque chose de particulier, il est à propos d'en faire la description avant que de venir au détail des observations.

Cet instrument est un quart de cercle de 38 pouces de Rayon. Le corps est de fer et toutes les pièces sont renforcées en dessous par des arêtes mises sur le champ. Le limbe BC et les environs du centre A sont couverts de cuivre. La broche D est attachée perpendiculairement au dos de l'instrument pour le tenir sur son pied.

EF est une Lunette d'approche qui tient lieu de pinnules immobiles, étant attachées par un bout à la plaque du centre A et par l'autre bout à l'une des extrémités du limbe.

GH est une autre Lunette d'approche portée par une Alidade de fer, qui tourne sur le centre A, et qui peut être arrêtée sur le limbe à l'endroit que l'on veut, suivant les divers angles que l'on doit observer.

Le limbe BC est exactement divisé jusqu'en minutes très distinctes, par des lignes transversales, de la grandeur à peu près et de la forme du modèle qui est représenté à part.

Un cheveu tendu dans le petit châssis I, ou bien un fil d'argent plus menu qu'un cheveu, sert de ligne de foi à l'Alidade, de manière qu'on distingue assez facilement jusqu'à un quart de minute, principalement quand on se sert d'une loupe ou verre qui grossit les objets.

Mais ce que nous avons particulièrement à expliquer, c'est la construction des Lunettes EF, GH ; et comme elles sont entièrement semblables l'une à l'autre, il suffira d'en décrire une.

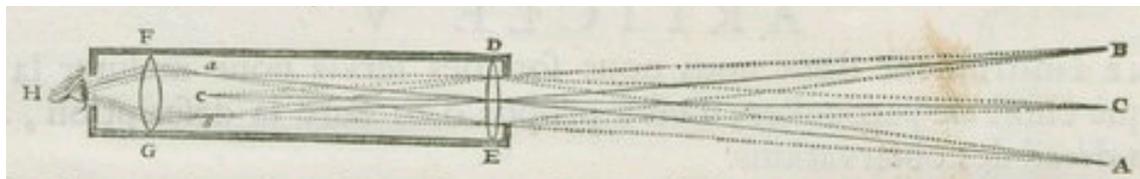
SS est un canon de fer blanc, fait de deux pièces emboîtées l'une dans l'autre afin qu'on le puisse ôter quand on veut et séparer les deux pinnules E, F qui sont fixes.

La pinnule objective E porte en devant, à l'endroit marqué T, un verre-objectif de Lunette d'approche, d'une longueur proportionnée à l'instrument ; et par le côté V, elle soutient un des bouts du canon SS.

La pinnule oculaire F est de trois pièces. La première FX, qui s'attache au limbe de l'instrument, est un canon d'environ trois pouces de longueur, soudé au milieu du châssis FF, au devant duquel il y a deux filets simples de soie plate noire, bien tendus, mis en croix sur quatre légers traits de burin qui leur servent de repère, et attachés avec un peu de cire fondue. La seconde Z est un petit canon soudé comme le premier au milieu d'une pièce carrée, qui se joint par deux vis au châssis FF, tant pour servir de détente au filet que pour soutenir le grand canon SS. La troisième Y est un autre petit canon qui s'emboîte dans le premier X et qui porte le verre oculaire de la Lunette.

La distance fixe entre les deux pinnules E, F doit être telle que la face antérieure du châssis FF, où les filets de la Lunette sont attachés, se rencontre justement au foyer du verre-objectif avant que de commencer l'instrument. Le tout assemblé fait l'effet d'une lunette qui renverse les objets ; ce que l'on pourrait corriger en se servant de plusieurs oculaires ; mais avec un peu d'habitude, on s'en passe facilement*.

Outre l'avantage que les Lunettes d'approche communes donnent de pouvoir mieux discerner les objets éloignés, celle-ci donne encore la facilité de pointer avec toute la précision imaginable ; car lorsque l'on regarde par cette Lunette un objet éloigné, on voit en même temps très distinctement les filets qui sont dans la Lunette et aussi tout ce que ces filets laissent de découvert dans l'objet, comme si effectivement ils étaient appliqués dessus ; l'oeil, en se remuant, n'aperçoit aucune parallaxe entre l'un et l'autre, supposé que les filets, comme nous avons dit, se trouvent placés au foyer du verre-objectif, parce que c'est en cet endroit où se fait cette peinture renversée qui vient immédiatement à nos yeux, et qui tient lieu d'objet immédiat, comme on entendra facilement par la figure suivante.



A, B, C sont trois points d'un objet, chacun desquels couvrent de rayons le verre-objectif DE de la Lunette FDEG. Tous ces rayons ayant passé au travers du verre DE se vont réunir par ordre en trois autres points opposés a, b, c ; savoir ceux d'A en a, de B en b, et de C en c ; puis ces mêmes rayons se séparant de nouveau, vont tomber sur le verre oculaire FG qui les détourne enfin vers l'oeil H. On n'a pas continué jusqu'à l'oeil les rayons du point C, à dessein de faire voir ce qui va arriver lorsqu'il se rencontre un obstacle en quelque endroit

du foyer, comme en c ; car il est évident que cet obstacle arrêtera tous les rayons du point C, sans qu'il puisse venir aucun à l'oeil, comme si on avait couvert l'objet même au point C : mais cet obstacle, tel que pourrait être un filet de ver à soie, sera son image distincte dans l'oeil précisément à l'endroit où l'objet qu'il cache aurait fait la sienne, parce que l'oeil est alors disposé pour recevoir les rayons qui sont venus du foyer a, b, c, à travers l'oculaire FG.

On doit ajouter que, puisque tous les rayons d'un même point de l'objet sont réunis dans un autre point au foyer du verre-objectif, il arrive ici que, nonobstant toute l'ouverture du verre-objectif DE, on a la même justesse pour pointer que si la pinnule n'était qu'un seul petit trou presque indivisible, par lequel le point C ne fit passer qu'un rayon qui fût intercepté par un très petit obstacle mis dans la ligne Cc. Car ce qui oblige de mettre les filets au foyer est que, plus près ou plus loin, il ne pourraient arrêter tous les rayons d'un même point, qui ne sont unis qu'au foyer ; et l'on s'apercevrait alors de quelque parallaxe, en changeant un peu l'oeil de place ; ce qui se doit néanmoins entendre, supposé que l'ouverture du verre-objectif soit grande car, quand elle est petite, le lieu des filets ne demande pas une distance du verre-objectif si précise, parce qu'assez loin du foyer, devant ou après le vrai concours, les rayons d'un même point ne sont pas sensiblement séparés : et c'est aussi en étrecissant l'ouverture du verre-objectif qu'on remédiera à un inconvénient qui pourrait arriver, que les filets étant bien placés pour les objets fort éloignés, ne feraient pas de même pour ceux qui sont proches.

Il peut rester une difficulté de la part du verre-objectif qui, n'étant peut-être pas bien centré, pourra causer quelque réfraction, et détourner de la ligne droite le principal rayon Cc. Mais nonobstant tous les défauts de ce verre, il n'y a rien à craindre à l'égard des angles de position ou de distances apparentes que l'on veut observer pourvu que, quand les deux Lunettes sont pointées à un même objet éloigné, la ligne de foi de la règle mobile tombe justement sur le commencement du premier degré ; et c'est une épreuve par laquelle il faut toujours commencer, lorsque l'on veut prendre des angles. Nous donnerons au neuvième Article les moyens de remédier aux défauts et aux réfractions des verres à l'égard des hauteurs.

Les figures II, III et IV représentent les pièces qui servent à mettre le quart de cercle sur son pied. La pièce LM mobile sur le pied K suffit pour mettre cet instrument à plomb lors que l'on veut observer les hauteurs ; mais pour les mettre horizontalement, il faut ajouter à LM la seconde pièce OP, de la manière qui est représentée dans la quatrième figure ; et alors on pourra donner au quart de cercle telle position qu'on voudra, comme avec un genou.

Voilà l'entière description de l'instrument qui a donné les angles de position, avec tant de justesse que sur le tour de l'Horizon pris en cinq ou six angles, on a jamais trouvé qu'environ une minute de plus ou de moins qu'il ne fallait, et que souvent aussi l'on a approché du compte juste, à cinq secondes près : de sorte qu'il n'était pas nécessaire de porter un plus grand instrument, dont il aurait été d'ailleurs impossible de se servir en plusieurs rencontres.

ARTICLE VI

La distance que l'on s'était proposé de mesurer, depuis Malvoisine jusqu'à Sourdon, s'est trouvée comme partagée en trois lignes ; savoir de Malvoisine à Mareuil, de Mareuil à Clermont, et de Clermont à Sourdon. Ces distances particulières ont été connues par le moyen de treize triangles représentés dans la première figure de la seconde planche ; il y en a même deux qui ne demandent aucune observation particulière : de sorte que l'on pourrait ne compter que onze principaux rectangles ; les autres qui sont représentés dans la seconde figure de la même planche ayant principalement servi de vérification. Voici la liste des stations et des endroits précis auxquels on a pointé pour former les triangles.

- A est le milieu du Moulin de Villejuif
- B est le plus proche coin du Pavillon de Juvisy
- C est la pointe du Clocher de Brie-Comte-Robert
- D est le milieu de la Tour de Montlhéry
- E est le haut du Pavillon de Malvoisine
- F est une pièce de bois dressée exprès au haut des ruines de la Tour de Montjay et grossie de paille
- G est le milieu du Tertre de Mareuil, où l'on a été obligé de faire des feux pour le marquer
- H est le milieu du gros Pavillon en ovale du Château de Dammartin
- I est le Clocher de S. Samson de Clermont
- K est le Moulin de Jonquières, proche Compiègne
- L est le clocher de Coivrel
- M est un petit arbre sur la montagne de Boulogne, proche Montdidier
- N est le clocher de Sourdon
- O est un petit arbre fourchu sur la butte du Griffon, proche Villeneuve S. Georges
- P est le clocher de Montmartre
- Q est le clocher de S. Christophe, proche Senlis
- AB est la première base actuellement mesurée de 5663 Toises de Paris
- XY est une seconde base de 3902 Toises actuellement mesurée comme la première

On peut juger qu'il n'a pas été possible de placer un grand quart de cercle sur les pointes des Clochers et d'autres lieux semblables que nous avons choisis pour former exactement les triangles ; mais afin de remédier à cela, nous avons toujours eu soin d'observer la grosseur apparente des objets auxquels nous pointions. Par exemple, en pointant à une Tour, on ne s'est pas contenté de l'avoir prise par le milieu, mais encore, on a observé combien la grosseur emportait de minutes et de secondes ; ce qui a donné ensuite de se placer à quel endroit on voulait de cette même Tour, au cas où le milieu fût embarrassé ou inaccessible.

Il est vrai qu'avec toutes les précautions que l'on a pu prendre et, après être même retourné deux ou trois fois à une même station, il a été quelquefois impossible d'éviter l'erreur de quelques secondes sur la somme des trois angles d'un même triangle ; auquel cas on n'a point fait de difficulté de corriger le triangle, sans craindre qu'il ne s'ensuivît aucune erreur considérable, parce que tous les angles étaient grands et qu'il y en avait toujours quelqu'un dont on n'était pas si assuré que les autres et sur lequel la faute devait être rejeté. On marquera les principales corrections qui ont été faites.

Dans la liste des triangles on a gardé cette règle de ne donner aucun angle qui n'eût été observé avec le Quart-de-cercle ci-dessus représenté, et d'omettre ceux qu'on a été obligé de conclure, quoi qu'en effet il n'y eût pas grande différence à faire entre les uns et les autres, à cause de la grande précision avec laquelle on pointait, et du grand soin qu'on prenait de ne se pas tromper à la valeur des angles observés, en réitérant plusieurs fois l'observation d'un même angle et en la faisant faire par plusieurs Observateurs qui gardaient leurs mémoires à part : outre que dans les premières courses qui avaient été faites pour la découverte des stations propres, tous les angles généralement avaient été observés ; et quoi que c'eût été avec de moindres instruments qui ne donnaient les minutes que de six en six, ils n'ont pas laissé d'approcher de la justesse autant qu'il était nécessaire, pour faire voir qu'on ne s'était pas trompé aux conclusions.

I. TRIANGLE ABC.	
Pour connoître le costé AC.	
CAB.	54°. 4'. 35".
ABC.	95. 6. 55.
ACB.	30. 48. 30.
AB.	5663 Toises de mesure actuelle.
Donc AC.	11012 Toises 5 pieds.
Et BC.	8954 Toises.
II. TRIANGLE ADC.	
Pour DC. & AD.	
DAC.	77°. 25'. 50".
ADC.	33. 0. 10.
ACD.	47. 34. 0.
AC.	11012 Toises 5 pieds.
Donc DC.	13121 Toises 3 pieds.
Et AD.	9922 Toises 2 pieds.
III. TRIANGLE DEC.	
Pour DE. & CE.	
DEC.	74°. 9'. 30".
DCE.	40. 34. 0.
CDE.	65. 16. 30.
DC.	13121 Toises 3 pieds.
Donc DE.	8870 Toises 3 pieds.
Et CE.	12389 Toises 3 pieds.

IV. TRIANGLE DCF.	
Pour DF.	
DCF.	113°. 47'. 40".
DFC.	33. 40. 0.
FDC.	32. 32. 20.
DC.	13121 Toises 3 pieds.
Donc DF.	21658 Toises.

Notez que dans ce quatrième triangle, l'angle DFC a été augmenté de 10 » qui manquaient à la somme des trois angles

V. TRIANGLE DFG.	
Pour DG. & FG.	
DFG.	92°. 5. 20.
DGF.	57. 34. 0.
GDF.	30. 20. 40.
DF.	21658 Toises.
Donc DG.	25643 Toises.
Et FG.	12963 Toises 3 pieds.

Ensuite de ces cinq triangles, il a été facile de conclure la distance GE entre Malvoisine et Mareuil, sans supporter une nouvelle observation

VI. TRIANGLE GDE.	
Pour GE.	
GDE.	128°. 9'. 30".
DG.	25643 Toises.
DE.	8870 Toises 3 pieds.
Donc GE.	31897 Toises.

Par le calcul du même triangle on trouvera les angles DGE de 12°38' et DEG de 39°12'30" tels que d'ailleurs ils ont été trouvés par observation : ce qui doit servir de preuve pour GE. Et l'on doit considérer que, comme ce triangle n'est qu'une suite des précédents, qu'il a deux côtés connus et tous les angles bien établis, la petitesse de l'angle DGE ne peut empêcher la certitude de la conclusion pour GE ; outre que ci-après la même distance GE sera vérifiée par d'autres triangles.

Ce fut principalement au sujet des angles DGE et DEG que, plusieurs fois, on fit faire des feux à Mareuil, à Montlhery et à Malvoisine. Un feu large de trois pieds fait à Mareuil et vu de Malvoisine paraissait à la vue simple environ comme une Etoile de la troisième grandeur. Notre dessein n'est pas de tirer ici aucune conjecture à l'égard des Etoiles fixes mais seulement de faire la remarque suivante : Que si l'on considère la distance de 31 897 Toises, ce feu qui avait trois pieds de largeur devait être vu sous un angle de 3"14. Et néanmoins, quand on le regardait avec les Lunettes du quart de cercle, dont les verres-objectifs étaient excellents, il ne pouvait être caché qu'à moitié par l'un des filets de ver à soie qui étaient placés au foyer de la Lunette. Or la grosseur de ce filet

qui fut mesurée ensuite avec un microscope était la treize-centième partie d'un pouce ; il s'ensuit donc que dans une Lunette de 36 pouces, elle occupait un espace d'environ quatre secondes ; de sorte que le feu qu'elle ne cachait qu'à moitié aurait valu huit secondes, quoi qu'il ne dût en effet paraître que de trois secondes.

On peut conclure de cette expérience que, même avec des Lunettes d'approche, les objets lumineux paraissent plus grands qu'ils ne devraient. Il serait bon de faire l'expérience avec de grandes Lunettes, ce qu'on a réservé à une autre fois.

Nous avons dit ci-dessus que la distance EN se trouvait partagée en trois lignes. La première, savoir GE, vient d'être calculée ; mais avant que de passer à la seconde, il est à propos de vérifier par plusieurs autres triangles tout ce que nous avons établi jusqu'ici.

AUTREMENT POUR AD.

Au triangle AOB.

AOB. $62^{\circ} 22' 0''$.
 ABO. $75 8 20$.
 BAO. $42 29 40$.
 AB. 5663 Toises.
 Donc AO. 6178 Toises 2 pieds.

Mais au triangle AOD.

AOD. $76^{\circ} 50 0''$.
 ADO. $37 19 20$.
 DAO. $65 50 40$.
 AO. 6178 Toises 2 pieds.
 Donc AD. 9922 Toises 2 pieds.
 Et DO. 9298 Toises.

AUTREMENT POUR DE.

Au triangle DOE.

DOE. $47^{\circ} 0' 0''$.
 DEO. $50 2 50$.
 EDO. $82 57 10$.
 DO. 9298 Toises.
 Donc DE. 8870 Toises 5 pieds, au lieu de 8870 T. 3 pieds.

AUTREMENT POUR CE.

Au triangle ACE.

ACE. $88 8 0$.
 AEC. $42 27 30$.
 EAC. $49 24 30$.
 AC. 11012 Toises 5 pieds.
 Donc CE. 12388 Toises 2 pieds, pour 12389 T. 3 pieds.

ENCORE AUTREMENT POUR CE.

Au triangle BCE.

BCE. $57 19 30$.
 BEC. $44 55 45$.
 EBC. $77 44 45$.
 BC. 8954 Toises.
 Donc CE. 12390 Toises.
 L'angle EBC. a été diminué de $10''$.

ENCORE AUTREMENT POUR CE.

Au triangle PDC.

PDC. $65^{\circ} 31' 0''$.
 PCD. $62 2 40$.
 DC. 13121 Toises 3 pieds.
 Donc PC. 15064 Toises 3 pieds.
 Et DP. 14621 Toises 3 pieds.

Mais au triangle PCE.
PCE. $102^{\circ} 36' 40''$.
PEC. $43^{\circ} 9' 30''$.
PC. 15064 Toises 3 pieds.
Donc CE. 12389 Toises, au lieu de 12389 Toises 3 pieds.

AUTREMENT POUR DF.
Au triangle ACF.
ACF. $66^{\circ} 13' 40''$.
AFC. $50^{\circ} 33' 20''$.
FAC. $63^{\circ} 13' 0''$.
AC. 11012 Toises 5 pieds.
Donc AF. 13051 Toises.

Mais au triangle FAD.
FAD. $140^{\circ} 38' 50''$.
AF. 13051 Toises.
AD. 9922 Toises 2 pieds.
Donc DF. 21657 Toises 3 pieds pour 21658 Toises.

AUTREMENT POUR FG.
Au triangle GAF.
GAF. $52^{\circ} 8' 50''$.
GFA. $75^{\circ} 12' 10''$.
FGA. $52^{\circ} 39' 0''$.
AF. 13051 Toises.
Donc FG. 12963 Toises pour 12963 Toises 3 pieds.

La somme des deux angles AFC, GFA excède de $10''$ celle des deux CFD, DFG, ce que l'on a négligé, parce qu'une erreur si peu considérable ne méritait pas que l'on s'exposât encore une fois au danger qu'il y a de monter en haut de la Tour de Monjay, qui est à moitié ruinée.

AUTREMENT POUR GE.
Au triangle GDC.
GDC. $62^{\circ} 53' 0''$.
DG. 25643 Toises.
DC. 13121 Toises 3 pieds.
Donc GCD. $86^{\circ} 24' 25''$.
Et GC. 22869 Toises 3 pieds.

Mais au triangle GCE.
Ayant mis ensemble GCD & DCE.
GCE. $126^{\circ} 58' 25''$.
GC. 22869 Toises 3 pieds.
CE. 12389 Toises 3 pieds.
Donc GE. 31893 Toises 3 pieds, au lieu de 31897 Toises.
Mais partageant le differend, nous ferons GE de 31895 Toises.

VII. TRIANGLE FGH.
Pour GH.
FGH. $39^{\circ} 51' 0''$.
FHG. $91^{\circ} 46' 30''$.
HFG. $48^{\circ} 22' 30''$.
FG. 12963 Toises 3 pieds.
Donc GH. 9695 Toises.
Dans ce triangle on a diminué l'angle GFH de $10''$.

VIII. TRIANGLE GHI.
 Pour GI. & IH.
 GHI. 55°. 58'. 0".
 GIH. 27. 14. 0.
 IGH. 96. 48. 0.
 GH. 9695 Toifes.
 Donc GI. 17557 Toifes.
 Et HI. 21037 Toifes.

AUTREMENT POUR GI.
 Au triangle QFG.
 QFG. 36°. 50'. 0".
 QGF. 104. 48. 30.
 GF. 12963 Toifes 3 pieds.
 Donc QG. 12523 Toifes.
 Mais au triangle QGI.
 QGI. 31°. 50'. 30".
 QIG. 43. 39. 30.
 QG. 12523 Toifes.
 Donc GI. 17562 Toifes.
 Et QI. 9570 Toifes.

Par le triangle QHI on avait trouvé GI de 176 557 Toises seulement mais, pour la raison que nous dirons ci-après, on a suivi ce dernier calcul, faisant GI de 17 562 Toises et par conséquent HI de 21 043 Toises

IX. TRIANGLE HIK.
 Pour IK.
 HIK. 65°. 46'. 0".
 HKI. 80. 59. 40.
 KHI. 33. 14. 20.
 HI. 21043 Toifes.
 Donc IK. 11678 Toifes.

La somme de ces trois angles était trop grande de 20" dont on a diminué l'angle HKI ; sur quoi il faut remarquer que le point H, pris pour le milieu du gros Pavillon en ovale du Château de Dammartin, est difficile à déterminer, lors qu'on le regarde de la station K et qu'il a pu arriver que dans une distance de 19 436 Toises, le côté Oriental de ce Pavillon ait paru grossi de quelques autres objets voisins, ce qui aura fait observer l'angle HKI plus grand qu'il n'était.

AUTREMENT POUR IK.
 Au triangle QIK.
 QIK. 49°. 20'. 30".
 QKI. 53. 6. 40.
 QI. 9570 Toifes.
 Donc IK. 11683 Toifes.

Après ce qui a été dit du point H, il y a lieu de s'en tenir plutôt à ce dernier calcul qu'à celui du triangle HIK, d'autant plus que nous étions assurés d'avoir pointé très exactement au Clocher de S. Christophe, qui était vu de tous côtés comme une aiguille très fine.

Nous n'avons pu placer le quart de cercle dans ce Clocher ni dans celui de Coivrel pour y observer les angles, que nous avons été obligés de conclure ; Mais nous avons pris tant de soin à bien observer tous les autres angles, et l'instrument donnait alors le tour de l'horizon si justement qu'il ne doit rester aucun doute là-dessus.

X. TRIANGLE IKL.
Pour KL. & IL.
LIK. 58°. 31'. 50".
IKL. 58. 31. 0.
IK. 11683 Toises.
Donc KL. 11188 Toises 2 pieds.
Et IL. 11186 Toises 4 pieds.
XI. TRIANGLE KLM.
Pour LM.
LKM. 28°. 52'. 30".
KML. 63. 31. 0.
KL. 11188 Toises 2 pieds.
Donc LM. 6036 Toises 2 pieds.
XII. TRIANGLE LMN.
Pour LN.
LMN. 60°. 38'. 0".
MNL. 29. 28. 20.
LM. 6036 Toises 2 pieds.
Donc LN. 10691 Toises.
XIII. TRIANGLE ILN.
Pour NI.
La somme des angles ILK, KLM, MLN, estant ostée de 360°, il restera
ILN. 119°. 32'. 40".
Mais LN. 10691 Toises.
Et IL. 11186 Toises 4 pieds.
Donc IN. 18905 Toises.

C'est ainsi que sur le fondement de la première base AB, qui avait été actuellement mesurée, nous avons conclu la grandeur des trois lignes EG, GI et IN depuis Malvoisine jusqu'à Sourdon.

Mais parce que les quatre derniers triangles n'étaient accompagnés d'aucune vérification et que nous désirions avoir un nouvel éclaircissement sur le VIII et sur le IX triangle, nous jugeâmes qu'il était nécessaire d'en venir à la mesure actuelle d'une nouvelle base.

La ligne de distance entre Coivrel et la Montagne de Boulogne se trouva la plus propre pour servir à cette dernière vérification, non pas que cette ligne peut être actuellement mesurée, mais parce qu'elle passe au travers d'une grande plaine où l'on eût la commodité de prendre la base transversale XY, depuis le Moulin de Mery jusques auprès du Valon de S. Martin à Pas proche Montdidier, laquelle base actuellement mesurée avec les mêmes bois de piques qui avaient servi à la première, et qu'on avait vérifiée tout de nouveau, fut trouvée de 3 902 Toises. Voici le calcul qui fut fait ensuite.

AU TRIANGLE XYL.
 XYL. $50^{\circ} . 37' . 40''$.
 YXL. $54 . 10 . 45$.
 XY. 3902 Toises de mesure actuelle.
 Donc YL. 3273 Toises 2 pieds.
 Mais au triangle XYM.
 XYM. $56^{\circ} . 46' . 15''$.
 YXM. $65 . 20 . 45$.
 XY. 3902 Toises.
 Donc MY. 4187 Toises.

Enfin au triangle MYL.
 MYL. $107^{\circ} . 23' . 55''$.
 YL. 3272 Toises 3 pieds.
 YM. 4187 Toises.
 Donc ML. 6037 Toises, au lieu de 6036 Toises 2 pieds.
 Donc à proportion IN. 18907 Toises.
 Et GI. 17564 Toises.

Mais la ligne EG doit être laissée parce qu'elle a été vérifiée en trop de manières
 Le peu de différences qu'il y avait entre la distance que nous avons conclue sur
 la première base et celle que nous trouvâmes par la dernière fit voir que nous
 avons eu raison de tenir pour suspects les triangles qui aboutirent au point H et
 que ceux du point Q eussent mieux mérité de passer pour principaux : mais
 nous n'avons rien voulu changer à l'ordre que nous avons tenu.

ARTICLE VII

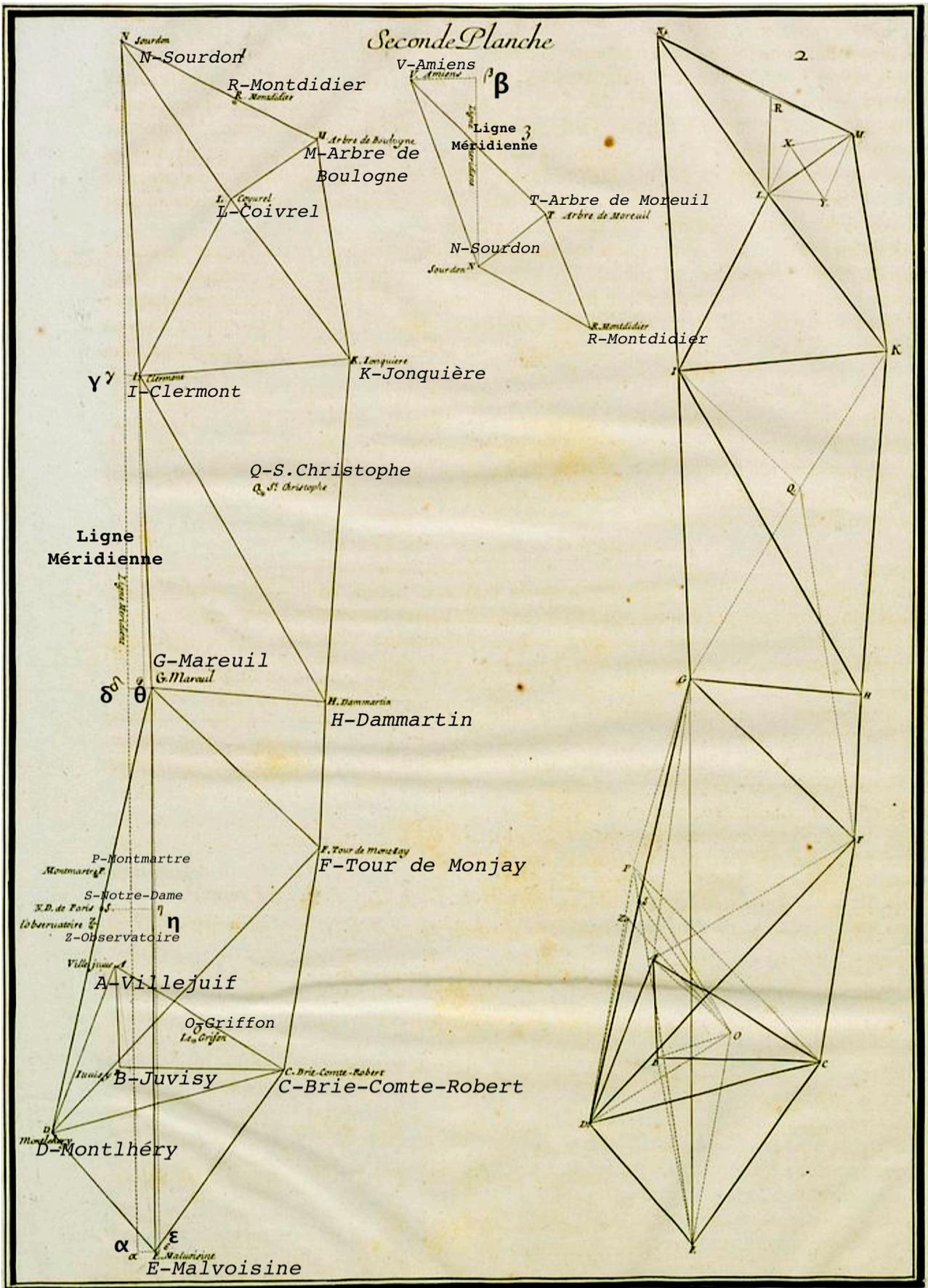
Bien que notre premier dessein eût été de terminer toutes nos mesures à Sourdon, nous nous trouvâmes néanmoins comme engagés de continuer jusqu'à Amiens où nous avons résolu d'aller prendre la hauteur du Pole pour vérifier le calcul de Fernel. Nous eussions bien voulu avoir assez de temps pour chercher dans les plaines de Santerre quelque point propre pour finir cette mesure par deux grands triangles mais la saison était déjà trop avancée de sorte que nous fûmes obligés de nous contenter de ce qui se rencontrait aux environs de Sourdon où il fallait séjourner pour prendre la hauteur du Pole.

- R. est le Clocher de S. Pierre de Montdidier
- T. est un arbre sur la Montagne de Moreuil
- V. est le Clocher de Notre-Dame d'Amiens
- S. est une guérite au-dessus du degré de la Tour Méridionale de Nôtre-Dame de Paris
- Z. est le milieu de la face Méridionale du bâtiment de l'Observatoire.

Au triangle LMR.
 LMR. $58^{\circ}. 21'. 50''$.
 MRL. $68. 52. 30.$
 LM. 6037 Toises.
 Donc LR. 5510 Toises 3 pieds.
 Au triangle NRL.
 NRL. $115^{\circ}. 1'. 30''$.
 RNL. $27. 50. 30.$
 LR. 5510 Toises 3 pieds.
 Donc NR. 7122 Toises 2 pieds.
 Au triangle NRT.
 NTR. $72^{\circ}. 25'. 40''$.
 TNR. $67. 21. 40.$
 NR. 7122 Toises 2 pieds.
 Donc NT. 4822 Toises 4 pieds.
 Enfin au triangle NTV.
 NTV. $83^{\circ}. 58'. 40''$.
 TNV. $70. 34. 30.$
 NT. 4822 Toises 4 pieds.
 Donc NV. 11161 Toises 4 pieds.

L'on a crû devoir ajouter à tous ces calculs la juste position des Tours de Nôtre-Dame de Paris et de l'Observatoire.

<p style="text-align: center;">Au triangle DOS.</p> <p>DOS. $88^{\circ}. 16'. 40''$.</p> <p>DSO. $46. 35. 0.$</p> <p>SDO. $45. 8. 20.$</p> <p>DO. 9298 Toises.</p> <p>Donc DS. 12795 Toises.</p> <p>Et OS. 9073 Toises.</p>	<p style="text-align: center;">Au triangle DOZ.</p> <p>DOZ. $82^{\circ}. 5'. 10''$.</p> <p>DZO. $51. 34. 0.$</p> <p>ZDO. $46. 20. 50.$</p> <p>DO. 9298 Toises.</p> <p>Donc DZ. 11757 Toises.</p> <p>Et OZ. 8588 Toises 3 pieds.</p>
---	--



ARTICLE VIII

Après avoir mesuré les distances particulières entre Malvoisine, Mareuil et Sourdon, et même y avoir ajouté celle d'Amiens, il va falloir examiner la position de chacune de ces lignes à l'égard de la Méridienne.

Pour cet effet, au mois de septembre de l'année 1669, nous allâmes sur la Terre de Mareuil, à l'endroit marqué G, d'où l'on voyait Malvoisine d'un côté et Clermont de l'autre, et nous mîmes le quart de cercle garni de deux Lunettes, à plomb sur son pied, en sorte que la Lunette EF demeurait toujours dans le niveau, pendant que le plan de l'instrument était tourné verticalement et que la Lunette de l'Alidade GH était pointé sur l'Etoile Polaire. On suivit ainsi cette Etoile jusques à la plus grande digression, où elle demeurait un espace de temps assez sensible sans sortir du filet vertical de la Lunette avec laquelle on l'observait ; alors on laissa l'instrument fixe dans sa position le reste de la nuit, jusqu'à ce que le jour étant venu, on pût découvrir l'endroit du bord de l'Horizon auquel la Lunette EF se trouvait pointée, et déterminer par ce moyen le vertical de la plus grande digression de l'Etoile Polaire : car on savait par expérience que, quand le quart de cercle était dressé à plomb, les deux Lunettes demeureraient toujours pointées dans le même vertical.

Par cette observation qui l'on reïtéra plusieurs fois, on s'assurât d'un point éloigné qui marquait le vertical de la plus grande digression Orientale de l'Etoile Polaire, lequel vertical faisait avec la ligne GI un angle de $4^{\circ}55'$ vers l'Orient : or le complément de la déclinaison de l'Etoile Polaire était de $2^{\circ}28'$ et la hauteur du Pole au Tertre de Mareuil, ainsi qu'elle fut ensuite trouvée, est de $49^{\circ}5'$; et par conséquent la digression de l'Etoile Polaire était de $3^{\circ}46'$; il restait donc encore un degré neuf minutes dont la ligne GI décline du Nord vers l'Occident. Et parce que d'ailleurs les lignes GI, GE font un angle de $178^{\circ}25'$ vers l'Occident, d'où il fut facile de conclure que NI décline de $2^{\circ}9'10''$ du Midi vers l'Orient.

Ces dernières observations furent faites en un temps auquel l'Etoile Polaire se trouve dans la plus grande digression, un peu après le coucher du Soleil, et l'on eut alors la commodité de pouvoir achever l'observation tout d'un temps, sans être obligé de laisser l'instrument dans sa position ; car c'est encore un des avantages des Lunettes d'approche que par leur moyen on peut découvrir les Etoiles de la seconde grandeur dans la plus grande clarté du Crépuscule, et que celle de la première grandeur peuvent être observées en plein Soleil ; ce qui sera d'un grand secours dans l'Astronomie. Nous en avons fait plusieurs belles observations qui seront données au Public.

Si l'on suppose maintenant que la ligne Méridienne de Sourdon soit prolongée vers le Nord jusqu'à ce qu'elle rencontre le parallèle d'Amiens au point β pour faire le triangle rectangle $N\beta V$; l'angle de déclinaison $VN\beta$ étant de $18^{\circ}55'$ et l'hypothénuse NV ayant été trouvée de 11 161 Toises et 4 pieds, il s'ensuit que la distance Méridienne $N\beta$ entre les Parallèles de Sourdon et d'Amiens est de 10 559 Toises 3 pieds et que l'arc du Parallèle $V\beta$ compris entre Amiens et la Méridienne de Sourdon est de 3 617 Toises 4 pieds.

Semblablement, si l'on suppose que la même ligne Méridienne de Sourdon soit prolongée vers le Midi jusqu'à ce qu'elle rencontre le Parallèle de Malvoisine au point α , et que cette méridienne soit partagée en trois parties par les perpendiculaires $G\partial$, $I\gamma$ qui représentent les Parallèles de Mareuil et Sourdon ;

que, de plus, on ait tiré les lignes Méridiennes particulières de ces mêmes lieux, savoir $G\epsilon$ de Mareuil à Malvoisine et de $I\theta$ de Clermont à Mareuil.

Au triangle $N\gamma I$ rectangle en γ .
 NI . 18907 Toises.
 γNI . $2^{\circ} 9' 10''$.
 Donc $N\gamma$. 18893 Toises 3 pieds.
 Et γI . 710 Toises.

Au triangle $GI\theta$. rectangle en θ .
 IG . 17564 Toises.
 $GI\theta$. $1^{\circ} 9'$.
 Donc $I\theta$. ou $\gamma\theta$. 17560 Toises 3 pieds.
 Et $G\theta$. 352 Toises.

Au triangle $GE\epsilon$. rectangle en ϵ .
 GE . 31895 Toises.
 $EG\epsilon$. $0^{\circ} 26'$.
 Donc GE . ou $\epsilon\alpha$. 31894 Toises.
 Et $E\epsilon$. 241 Toises 3 pieds.

Les trois lignes $N\gamma$, $I\theta$ et $G\epsilon$ font ensemble la distance totale entre les Parallèles de Sourdon et Malvoisine, de 68347 Toises 3 pieds ; à laquelle distance ajoutant celle d'entre les Parallèles de Sourdon et d'Amiens, qui a été trouvée de 10559 Toises 3 pieds, on aura la distance entre Malvoisine et le Parallèle d'Amiens de 78907 Toises. Et bien qu'en effet les quatre lignes dont cette distance totale est composée soient comme les côtés d'un Polygone qu'on aurait voulu décrire à l'entour de la Terre, et que dans la rigueur de la Géométrie il soit vrai que le contour d'un tel Polygone serait plus grand que la circonférence de la Terre, il y a néanmoins si peu de différence en cette rencontre qu'il serait inutile d'y avoir égard puisque l'excès sur chaque degré ne monterait pas à la valeur de 3 pies : de sorte qu'on peut considérer toutes ces lignes particulières dont la distance totale $N\alpha$ est composée, comme insensiblement différentes de la courbure d'un Méridien.

Au reste, comme nous avons donné ci-dessus la position des Tours de Nôtre-Dame de Paris et de l'Observatoire, il nous sera facile d'établir aussi les distances de ces même lieux à l'égard des Parallèles de Malvoisine et d'Amiens.

Car premièrement si de GD , qui est de 25643 Toises, on ôte DS ci-dessus trouvée de 12795 Toises, il restera 12848 Toises pour GS , qui est la distance entre Mareuil et les Tours de Nôtre-Dame. Cette ligne GS fait avec GE un angle de $12^{\circ}34'30''$ vers le Couchant et, par conséquent, elle décline aussi vers le Couchant de $13^{\circ}0'30''$.

Donc, ayant tiré $S\eta$ qui soit perpendiculaire à la Méridienne de Mareuil et qui représente un arc du Parallèle des Tours de Nôtre-Dame, on aura

Au triangle G η S. rectangle en η .
 SG. 12848 Toises.
 η G S. 13°. 0'. 30".
 Donc G η . 12518 Toises.
 Et S η . 2892 Toises.

Donc, si de G ϵ , qui est de 31894, on ôte G η 12518 Toises, il restera $\eta\epsilon$ de 19376 Toises pour la distance entre les Parallèles de Nôtre-Dame et de Malvoisine, ce qui peut encore se vérifier par le calcul suivant :

Au triangle SDE.
 SDE. 128°. 5'. 30".
 SD. 12795 Toises.
 DE. 8871 Toises.
 Donc ES. 19556 Toises.
 Et DES. 30°. 59'. 30".
 Mais DEG. 39. 12. 30.
 Donc SEG. 8. 13. 0.

Mais EG décline de 26' du Nord vers L'Orient, donc ES décline de 7°47' du Nord vers le Couchant. Et parce que la longueur de cette même ligne ES est de 19556 Toises, il s'ensuit que la distance entre les Parallèles de Nôtre-Dame et de Malvoisine est de 19376, comme par le premier calcul.

Enfin au triangle ZDE.
 ZDE. 129°. 18'.
 ZD. 11757 Toises.
 DE. 8871 Toises.
 Donc EZ. 18685 Toises.
 Et DEZ. 29°. 8'. 30".
 Mais DES. 30. 59. 20.
 Donc SEZ. 1. 50. 50.

Ce dernier angle SEZ étant ajouté à la déclinaison de la ligne ES, qui a été ci-dessus trouvée de 7°47', fera la déclinaison de EZ de 9°38'. Mais la longueur de cette même ligne EZ est de 18685 Toises. Donc, par réduction, la distance entre les Parallèles de Malvoisine et de l'Observatoire sera de 18421 Toises ; et enfin, celle d'entre les Parallèles de Nôtre-Dame et de l'Observatoire sera de 955 Toises 3 Pieds.

Bien que dans toutes les observations que nous avons faites pour déterminer la position de diverses lignes à l'égard de la Méridienne, nous ne nous soyons point servis de la Boussole, cela n'a pas empêché qu'un plusieurs lieux nous n'ayons observé la déclinaison de l'Aimant, principalement à Malvoisine et à Sourdon. L'aiguille de la Boussole que nous avons portée est longue de cinq pouces et la déclinaison en ces deux lieux, vers la fin de l'Été de l'année 1670, nous a paru de 1°30' du Nord vers le Couchant, à peu près comme nous l'avions observée à Paris avec la même Boussole peu de temps auparavant. Au lieu qu'à Paris, la

même aiguille n'avait en l'année 1666 aucune déclinaison sensible et qu'en 1664 elle déclinait de 40' vers l'Orient, le changement ayant été d'environ 20' par chaque année.

ARTICLE IX

Pour conclure enfin la grandeur d'un degré et déterminer par conséquent celle de la Terre, il restait encore à savoir combien les distances Méridiennes que nous avons mesurées avec la Toises de Paris valaient de minutes et de secondes, les considérant comme partie d'un grand cercle qui serait décrit à l'entour de la Terre.

C'est en cette occasion qu'on est obligé de chercher dans le Ciel la mesure de la Terre : car il faut nécessairement avoir recours à la différence des latitudes de deux lieux établis sous le même Méridien et, par ce moyen, venir à la connaissance de l'Arc du Ciel compris entre les deux Zéniths de ces mêmes lieux, lequel est semblable à celui que l'on cherche sur terre.

Mais avant de passer aux observations célestes, il est propos de faire voir de quelle manière on a pû vérifier les instruments avec lesquelles elles ont été faites ; ce qui est ici d'autant plus nécessaire que les Lunettes d'approche dont nous nous servons pourraient avoir quelque défaut caché qui ne peut être connu que par une épreuve particulière.

La première Figure de la troisième Planche représente un Quart-de-cercle dressé sur son pied à la manière ordinaire, comme pour prendre les hauteurs, et pointé à quelque objet éloigné vers les bords de l'Horizon. Mais dans la seconde Figure, ce même Quart-de-cercle est renversé, tourné de droite à gauche et pointé au même objet qu'auparavant, de manière que le plomb qui, dans la première position était suspendu au centre A et battait sur le limbe en D, est maintenant attaché au limbe en E et bat précisément sur le centre A. On a même placé l'instrument en un lieu plus élevé afin qu'après le renversement la Lunette se trouvait à peu près dans la même ligne qu'auparavant. Quoiqu'en effet ce soit assez qu'elle demeure dans une ligne parallèle à la première, comme il arriverait toujours si la distance de l'objet était si grande que le changement causé par le renversement ne fût pas considérable, ou du moins, si l'on pointait successivement à deux objets dont l'un fût autant au-dessous de l'autre, que la Lunette aurait été rabaissée.

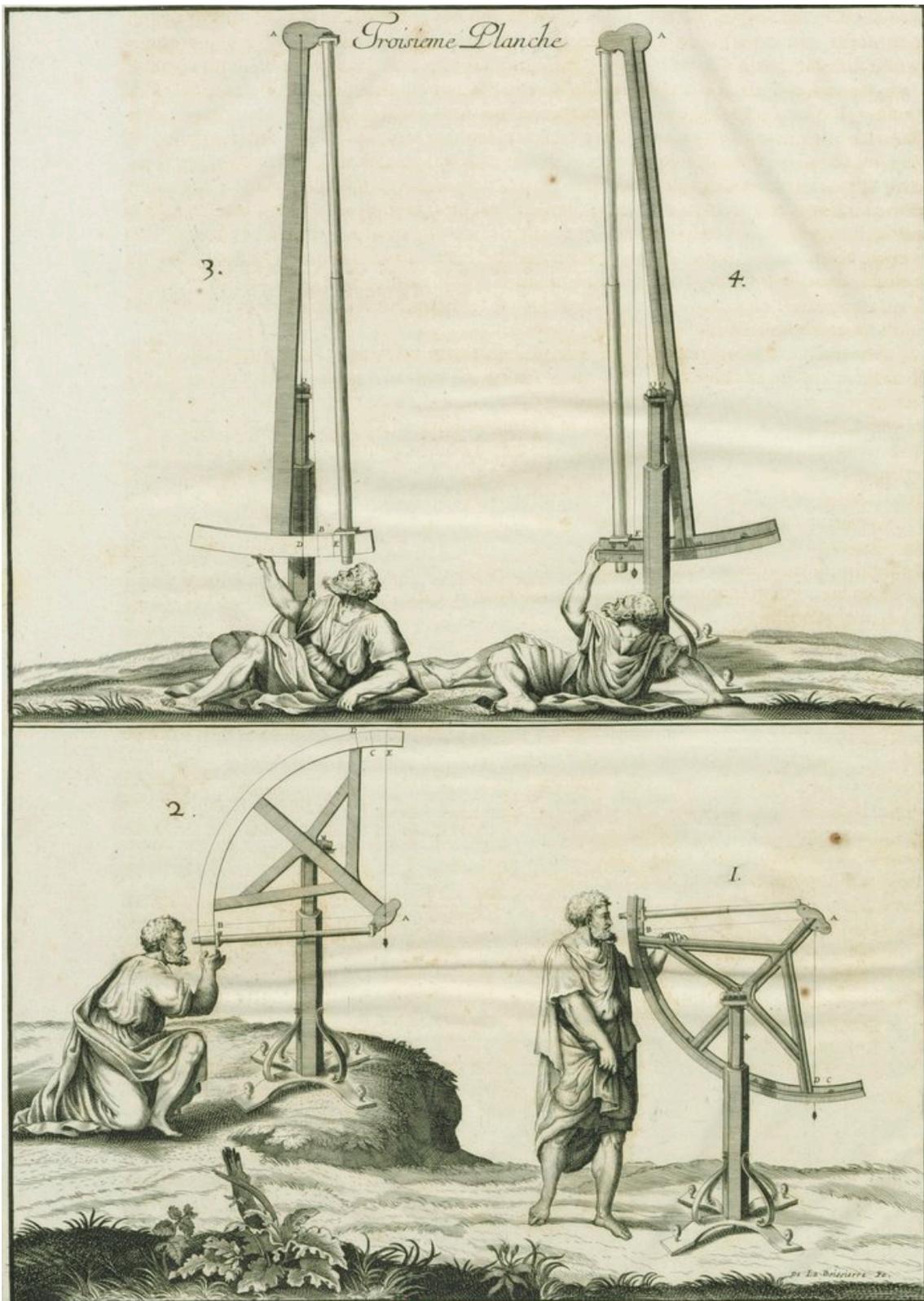
Supposé donc, qu'avant le renversement, on ait marqué sur le limbe du Quart-de-cercle le point D où le plomb battait et , qu'après le renversement, on ait aussi marqué le point E où le plomb aura été attaché. Le point C, pris au milieu de l'intervalle DE, déterminera le commencement de la division du Quart-de-cercle. Et si, après que l'instrument sera remis en son premier état, le plomb vient à battre sur le point C, la Lunette sera nécessairement pointée dans le niveau ; de

manière que si, par hasard, elle y avait été d'abord pointée, on aurait trouvé qu'un même point devant et après le renversement.

La raison de cette pratique est facile à comprendre. Car, sans se mettre en peine de ce qui se passe dans la Lunette, si l'on suppose que la ligne droite AB, qui passe par le centre A, tende vers l'objet auquel la lunette est , les deux angles que le filet du plomb fera avec cette ligne AB l'un en-dessous et l'autre en-dessus, seront ou droits ou égaux à deux droits. Ils seront droits quand on aura pointé au niveau. Mais si l'on a pointé plus haut ou plus bas, la moitié de la différence des deux angles ôtée du plus grand angle ou ajoutée au plus petit, restituera le niveau.

Cette pratique est très utile, non seulement pour placer les degrés sur le limbe d'un instrument suivant l'effet de Lunette quelqu'il puisse être, mais encore pour vérifier de temps en temps si la Lunette s'accorde avec la division que nous supposons bonne et bien centrée. Mais afin que cette vérification se puisse faire plus facilement, il faut que les degrés soient continués de C vers E jusqu'au bout du limbe qui, pour cet effet, doit être plus grand qu'il ne faudrait pour 90 degrés.

On pourra vérifier un sextant à peu près de la même manière qu'un Quart-de-cercle, comme on verra facilement en considérant que, si avant que de renverser l'instrument, on suspendait au milieu de la ligne AB un plomb qui tombait sur le point de 60 degrés à compter de B vers D et qu'ensuite, l'instrument ayant été renversé, le même plomb, suspendu du point de 60°, tombait sur le milieu de la ligne AB. Dans l'une et l'autre de ces positions, la ligne AB serait dans le niveau et, par conséquent, la Lunette aurait dû demeurer pointée à un même objet éloigné qui aurait marqué le niveau.



Mais, au contraire, si la lunette s'étoit trouvée pointée à deux objets, dont l'un fût au dessus de l'autre, le milieu d'entre les deux ferait le niveau. Or l'angle de différence entre le niveau et l'un ou l'autre de ces objets, ou bien la moitié de l'angle de distance apparente entre les deux objets, sera ensuite facilement mesuré avec une grande Lunette, de la manière que

l'on mesure les diamètres des Planètes. Et, par ce moyen, on connaîtra l'erreur de l'instrument, laquelle augmentera les hauteurs, si, avant le renversement et dans la position ordinaire, l'instrument a été pointé à celui des objets qui était le plus bas et, au contraire, elle diminuera les hauteurs si l'instrument s'est trouvé premièrement pointé à celui qui était le plus haut.

La troisième et la quatrième Figure représentent un instrument qui, contenant moins de degrés qu'un Sextant, ne peut être vérifié au niveau, mais seulement au Zénith. Cet instrument est pointé en deux manières différentes à une même Etoile proche du Zénith : car dans la troisième Figure, le plomb tombe en D sur les degrés du limbe ; et dans la quatrième, comme l'instrument a été contre-tourné, le même plomb tombe en dehors, en approchant la Lunette en E. Or il est facile de voir que si l'on tire la ligne AB du centre A, par le milieu d'entre les points D, E, marqués par les deux positions du plomb, elle déterminera l'endroit du limbe où doit commencer le premier degré à compter du Zénith, parce que, quand la Lunette sera pointée au Zénith, le filet du plomb conviendra nécessairement avec la ligne AB.

Cette seconde manière de vérification est générale pour toutes sortes d'instruments. Mais elle est difficile et ne se peut pas toujours pratiquer parce qu'elle demande une Etoile qui soit proche du Zénith, que lorsque l'instrument est contre-tourné, et qu'il est pointé à cette Etoile, le plomb puisse tomber entre le point B et la Lunette.

Tous les instruments qui servent à prendre les hauteurs et qui ont une Alidade que l'on puisse ôter quand on veut, sont aisés à vérifier. Il faut placer l'instrument dans le plan du Méridien, le rendant entièrement immobile, comme s'il était appliqué contre un mur, en sorte néanmoins que le plomb battant vers le milieu du limbe laisse de part et d'autre autant de degré qu'il en faudra pour les Observations que l'on devra faire. On choisira deux Etoiles fixes, dont l'une doive passer au-deçà et l'autre au-delà du Zénith, et dont la différence ou la somme des déclinaisons ne surpasse pas le nombre de degrés qui sont marqués sur l'instrument. Cela supposé, on observera ces deux Etoiles avec la Lunette de l'Alidade à mesure qu'elle passeront au Méridien, l'une vers le Nord et l'autre vers le Midi. Et alors, pourvu que l'instrument soit demeuré immobile, la différence entre les deux Observations donnera exactement l'arc du Méridien entre les Parallèles des deux Etoiles, indépendamment de tout ce qui pourrait arriver de la part de la Lunette de l'Alidade. Cette préparation étant faite, on ôtera l'Alidade pour mettre un plomb à la place et l'on observera avec la Lunette qui est attachée à l'instrument la distance apparente entre le Zénith et chacune des Etoiles prises dans le Méridien. Si l'instrument baisse, la somme des deux distances trouvées par cette dernière manière sera trop grande et, au contraire, s'il hausse,

elle sera trop petite en comparaison de la distance totale que l'on avait trouvée par le moyen de l'Alidade ; de sorte que la moitié de la différence sera l'erreur de l'instrument.

On peut faire la seconde vérification en observant une seule Etoile, dont la distance du Zénith n'excède pas le nombre des degrés de l'instrument que l'on veut vérifier. Mais, au lieu que dans la précédente manière il n'était pas nécessaire d'avoir comparé la Lunette de l'instrument avec celle de l'Alidade, il faut ici qu'elles soient bien ajustées ensemble à un même objet éloigné. Cela étant supposé, on observera premièrement avec le plomb et la Lunette attachée à l'instrument la distance Méridienne entre le Zénith et l'Etoile proposée. Ensuite, on arrêtera cet instrument dans le plan du Méridien comme dans la manière précédente, mais en sorte qu'il soit contre-tourné et que si l'Etoile est vers le Midi, il soit tourné comme pour observer vers le Nord. Et l'on remarquera très exactement le degré et la minute du limbe où le plomb battra. Après cela, le plomb étant ôté, on appliquera l'Alidade avec laquelle on observera la distance Méridienne entre le Zénith et l'Etoile, comptant pour cet effet les degrés et les minutes qui se trouveront entre la ligne de foi de l'Alidade et l'endroit du limbe où le plomb battait auparavant. La première distance qui aura été trouvée, étant comparée avec cette dernière, sera plus petite si l'instrument hausse et au contraire, elle sera plus grande s'il baisse, de manière que la moitié de la différence sera l'erreur de l'instrument.

Lorsqu'on a reconnu l'erreur d'un instrument et que l'on est assuré qu'elle ne vient que de la Lunette, le plus court serait de la laisser et d'y avoir égard dans les Observations. Mais si on veut la corriger, cela pourra se faire, ou en déplaçant les filets de la lunette, ou en faisant tourner le verre objectif sur son centre, autant que l'on reconnaîtra par l'expérience qu'il sera nécessaire pour ajuster la Lunette aux degrés de l'instrument. Une Alidade garnie de sa Lunette pourra beaucoup aider à faire cette correction. Pour cet effet, on pointera à un même objet éloigné tant la Lunette de l'Alidade que celle de l'instrument. Ensuite, si l'erreur est, par exemple, d'une minute en haussant, on écartera l'Alidade d'une minute ou, au contraire, on l'approchera d'autant si l'erreur est en baissant. Et, l'ayant arrêté dans cette position, l'on fera en sorte que, en remuant l'instrument tout entier, la Lunette de cette Alidade se retrouve pointée au même objet qu'auparavant. Après quoi, il faudra faire tourner sur son centre le verre objectif de la Lunette qui est attaché à l'instrument, jusqu'à ce qu'elle se retrouve pointée à ce même objet ; et par ce moyen, on sera assuré qu'une ligne droite qui serait tirée de l'objet par le centre de l'instrument viendrait à rencontrer le point B, que nous supposons avoir été établi pour le commencement de la division.

Mais pour éviter autant que possible les réfractions de la Lunette, il faut faire en sorte que le verre objectif soit bien centré ; ce qui se reconnaîtra en

lui faisant réfléchir les rayons du Soleil : car s'il est bien centré, le petit foyer qu'il fait par réflexion à certaine distance se rencontrera justement au milieu d'un plus grand rond de lumière ; ou bien, l'on observera si les deux images que ce verre réfléchit d'un même objet viennent à s'unir au milieu de sa surface.

Après cette préparation, il serait à propos d'enfermer séparément le verre objectif dans une boîte de cuivre percée par deux fonds et parfaitement arrondie au tour, dans laquelle néanmoins il y aurait un peu de jeu, de sorte qu'on le pût pousser de côté ou d'autre par trois vis à tête perdue, qui le tiendrait arrêté. Et cette boîte étant très justement enchâssée dans la pinnule objective, on la ferait tourner sur son centre pendant que tout le corps de la Lunette demeurerait immobile. Et l'on observerait si, en faisant tourner le verre objectif, la Lunette demeurerait toujours pointée au même objet. Autrement, il faudrait faire avancer le verre de côté ou d'autre.

Nous avons crû qu'il était nécessaire de donner toutes ces différentes manières de vérification afin qu'il ne restât aucun doute sur la plus grande justesse que l'on doit attendre des Lunettes d'approche qui servent de pinnules.

ARTICLE X

Si la mesure de la Terre demande des observations justes et précises, c'est principalement pour ce qui concerne les différences de latitudes, parce que l'erreur d'une minute seule monte à 951 Toises, qui se trouvent multipliées sur le tout autant de fois que la distance mesurée est contenue dans toute la circonférence de la Terre.

Pour approcher autant qu'il est possible de la justesse requise, on fit faire le grand instrument représenté dans la troisième Planche. Il est de fer, garni de pièces sur le champ, comme le Quart-de-cercle, et couvert de cuivre aux endroits nécessaires. Le limbe, qui ne contient que la vingtième partie d'une circonférence de cercle de dix pieds de rayon, est divisé par des lignes transversales jusqu'en tiers de minutes très distinctement.

Une Lunette longue de 10 pieds servait de pinnules à cet instrument. Et parce que dans l'obscurité de la nuit on ne peut voir les filets qui sont dans la Lunette, on les éclairait par le bout d'en haut de la Lunette ou par un trou fait à côté.

Le plomb ou perpendiculaire était enfermé dans un canon de fer blanc qui le mettait entièrement à couvert du vent ; outre que l'on a toujours observé dans un lieu clos dont le toit était percé exprès.

Pour déterminer avec cet instrument les différences des latitudes de Malvoisine, de Sourdon et d'Amiens, on choisit l'Etoile appelée *le genou de*

Cassiopee, qui venait au Méridien à 9 ou 10 degré de distance du Zenith vers le Nord, environ 28'46" de temps après l'Etoile Polaire. Une Etoile plus proche du Zénith aurait été plus difficile à bien observer ; et si d'ailleurs, elle avait été enfermée entre deux Zéniths, l'erreur de l'instrument, qui n'aurait peut-être pas été entièrement découverte, aurait été doublée dans la distance apparente des deux Zéniths, parce qu'alors il aurait fallu prendre la somme de deux observations ; au lieu que quand une Etoile est toujours observée vers un même côté du Ciel, il n'y a en ce cas que la différence des observations à prendre, laquelle ne peut manquer d'être juste, pourvu que l'instrument soit bien centré et bien divisé, quoi que les pinnules fussent fausses.

Le Genou de Cassiopee augmente annuellement la déclinaison d'environ 20". Nous eussions bien voulu pouvoir choisir une Etoile qui fût moins changeante, comme eût été la luisante de la Lyre ou quelqu'une du Cygne ; mais il était à craindre qu'avant que nous eussions pu achever nos observations, le Soleil ne se fût trop approché de ces Etoiles.

Nous commençons ordinairement les observations du Ciel par celles de la hauteur du Pole avec le Quart -de-cercle ; tous les soirs, environ deux ou trois heures avant que le genou de Cassiopee devait être au Méridien, on prenait avec le même Quart-de-cercle une hauteur de cette Etoile, marquant l'instant de l'observation par le moyen d'une Horloge à pendule qui donnait jusqu'aux demi-secondes et qui était réglée selon le mouvement journalier des Etoiles fixes. On trouvait ensuite par le calcul à quelle heure et quel instant de la même Horloge le genou de Cassiopee devait être au Méridien. Et, de cette manière, en deux ou trois soirs, on pointait exactement le grand instrument dans le plan du Méridien vers l'endroit où cette Etoile devait passer et puis on s'arrêtait sur cette position, parce qu'il est difficile de réussir autrement, en observant ces sortent de hauteurs qui passent si vite.

<i>DISTANCES MERIDIENNES VERS LE NORD,</i> <i>observées entre le Zenit & le genou de Cassiopee.</i>		
En Septembre 1670.	A Malvoisine *, dans vn lieu plus Meridional, de 18 Toises, que le Pavillon.	9°. 59'. 5".
En Septembre & Oct.	A Sourdon, dans la maison Presbyterale, plus Septentrionale que l'Eglise, de 65 Toises.	8. 47. 8.
En Octobre.	A Amiens, dans la maison du Roy, plus Meridionale que l'Eglise, de 75 Toises.	8. 36. 10.

* *Grosse Ferme dépendante de Villeroy, située sur une éminence dans la Paroisse de Chanqueil*

Chacune de ces observations a été tirée d'un grand nombre d'autres dont on a pris le milieu et dont l'entière variation n'excédait pas 5". On ne s'étonnera pas

que l'on ait pu venir à cette précision si l'on considère que ce n'a pas été sans beaucoup de précautions ; que d'ailleurs avec une Lunette de 10 pieds on ne doit pas manquer de 2" à pointer exactement à une Etoile fixe ; et qu'enfin, sur l'instrument dont on se servait, la troisième partie d'une minute était du moins aussi grande et aussi distincte qu'une minute du Quart-de-cercle ci-dessus représenté, de manière que si, sur ce Quart-de-cercle on pouvait déterminer assez exactement un quart de minute et même juger à peu près 10" ; on pouvait ici faire la même chose d'environ trois secondes.

DIFFERENCES DE LATITUDE.	
De Malvoisine à Sourdon,	1°. 11'. 57".
De Malvoisine à Amiens,	1°. 22'. 55".

Le temps qui s'est écoulé entre les observations demanderait que l'on ôtât 1" à la première des différences et, qu'à proportion la dernière fût diminuée de 1"1/2. Mais pour éviter une précision trop affectée, on a négligé cette correction.

ARTICLE XI

Toutes ces observations étant supposées, il sera facile maintenant de conclure la grandeur d'un degré sur Terre. Pour cet effet, il faut considérer qu'à Malvoisine les observations du Ciel ont été faites à 18 Toises plus avant vers le Midi que le point EZ ; qu'au contraire, à Sourdon, l'on était à 65 Toises plus vers le Nord que le point N ; et que, par conséquent, il faut ajouter 83 Toises à la distance de 68347 Toises 3 pieds qui se trouve entre les Parallèles de Malvoisine et de Sourdon: de manière que la différence de 1°11'57" observée par le Ciel, répond sur Terre à une distance Méridienne de 68430 Toises 3 pieds. On peut donc enfin conclure qu'à proportion le degré sera de 57064 Toises 3 pieds.

Le calcul fait par la distance d'Amiens ne s'éloigne guère du premier : car la distance entre le Parallèle de Nôtre-Dame d'Amiens et celui du Pavillon de Malvoisine est de 78907 Toises. Il en faut ôter du côté d'Amiens, pour le lieu des observations 75 Toises et d'ailleurs d'y ajouter les 18 Toises de Malvoisine. Donc, toute compensation faite, il y aura 78850 Toises pour la différence de 1°22'55". Et, à proportion le degré sera de 57057 Toises, lequel nombre approche tellement du premier que nous en avons été surpris, d'autant plus que si nous avons tenu compte de la correction que nous avons négligée aux différences de latitude, ces deux calculs auraient été encore plus approchant. Il se peut faire que ce soit un effet du hasard puisque, nonobstant toute l'exactitude possible, nous ne pouvions répondre de deux secondes et, par conséquent, de la valeur d'environ 32 Toises sur chaque observations. Nous pouvons néanmoins dire avec quelque certitude, que nous ne sommes pas fort éloignés de la vraie mesure du degré ; quoique l'on puisse venir à une précision encore plus grande que celle de Malvoisine et d'Amiens. Nous nous arrêterons cependant au compte rond de 57060 Toises pour un degré d'un grand cercle de la Terre.

C'est principalement ici qu'il faut employer la mesure tirée des pendules, que nous avons supposé universelle ou du moins invariable pour chaque lieu, et qui est à la Toise de Paris comme 881 à 864. Car suivant cette proportion, le degré sera de 55959 Toises universelles, dont chacune contient deux longueurs d'un pendule à secondes de temps moyen, de sorte qu'il en faut seulement 41 de ces mêmes Toises sur un degré entier que le nombre de 56000 ne soit complet et ,

que, par conséquent, le degré ne soit de 28 Milles universels, tels que nous les avons déterminés.

Et afin que les Etrangers puissent participer à ce travail, sans être obligés d'avoir recours à la longueur du pendule à secondes, nous donnerons la grandeur du degré exprimée suivant les mesures particulières dont nous avons

<i>Supposé le pié de Paris de</i>	<i>1440 parties.</i>
<i>Le pié de Rhein, ou de Leyde</i>	<i>1390.</i>
<i>Le pié de Londres</i>	<i>1350.</i>
<i>Le pié de Boulogne</i>	<i>1686.</i>
<i>La brassé de Florence</i>	<i>2580.</i>

pu avoir connaissance.

DEGRÉ D'UN GRAND CERCLE DE LA TERRE,	
selon les mesures de divers Païs.	
Toises du Chastelet de Paris	57060.
Pas de Boulogne	58481.
Verges de Rhein, de 12 pieds chacune	29556.
Lieuës Parisiennes, de 2000 Toises	28 $\frac{1}{4}$.
Lieuës moyennes de France, d'environ 2282 Toises	25.
Lieuës de Marine, de 2853 Toises	20.
Milles d'Angleterre, de 5000 pieds chacun	73 $\frac{2}{100}$.
Milles de Florence, de 3000 Brasses	63 $\frac{2}{100}$.
CIRCONFERENCE DE LA TERRE.	
Toises de Paris	20541600.
Lieuës de 25 au degré	9000.
Lieuës de Marine	7200.
DIAMETRE DE LA TERRE.	
Toises de Paris	6538594.
Lieuës de 25 au degré	2864 $\frac{16}{71}$.
Lieuës de Marine	2291 $\frac{17}{71}$.

On pourrait dire que, comme nous avons mesuré le Globe de la Terre par le sommet des montagnes, ou par des lieux plus élevés que le reste, il s'en suit que le degré, tel que nous venons de le déterminer, est plus grand que celui que nous aurions trouvé en marchant toujours le long du rivage de la mer, par où il semble que la mesure devrait être beaucoup moindre. Mais afin de voir où cela peut aller, supposons que la ligne de Malvoisine à Sourdon soit dans toute sa longueur éloignée du bord de la mer d'environ 35 lieues et, que conformément aux expériences qui ont été faites sur la Seine, la pente des rivières qui traversent cette ligne soit d'environ cinq pieds pour lieue, cela ferait tout au plus trente Toises de pente jusqu'à la mer; et, ajoutant environ 50 Toises pour la hauteur que notre ligne pourrait avoir au-dessus des rivières, nous trouverons que cette même ligne serait élevée d'environ 80 Toises au-dessus du niveau de

la mer. D'où il s'en suivrait qu'un degré sur mer serait plus petit d'environ 8 pieds que celui que nous avons mesuré sur Terre : ce qui ne doit pas être considéré en cette rencontre.

*TABLE POUR LA VALEUR D'UN DEGRE D'UN GRAND
Cercle de la Terre, distribué en minutes & secondes.*

Minutes.	Toises.	Secondes.	Toises.
1'	951.	1"	16.
2	1902.	2	32.
3	2853.	3	48.
4	3804.	4	63.
5	4755.	5	79.
6	5706.	6	95.
7	6657.	7	111.
8	7608.	8	127.
9	8559.	9	143.
10	9510.	10	158 $\frac{1}{2}$.
20	19020.	20	317.
30	28530.	30	475 $\frac{1}{2}$.
40	38040.	40	634.
50	47550.	50	792 $\frac{1}{2}$.
60.	57060.	60.	951.

Il ne sera pas difficile de trouver ensuite les différences des hauteurs du Pole pour tous les lieux don nous avons calculé les distances Méridiennes, puisqu'il n'y a qu'à changer ces mêmes distances en minutes et secondes, suivant la valeur du degré.

DIFFERENCES DES HAUTEURS DU POLE.

Entre Malvoisine &	}	L'Observatoire de Paris	19'. 22".
		Notre-Dame de Paris	20'. 22".
		Mareüil	33'. 32".
		Clermont	52'. 0".
		Sourdon	71'. 52".
		Notre-Dame d'Amiens	82'. 58".
Entre Notre-Dame de Paris & Notre-Dame d'Amiens		62'. 36".	

La hauteur du Pole à Paris, au Jardin de la Bibliothèque du Roy, par plusieurs observations de l'Etoile Polaire faites aux Solstices d'Hiver, a toujours paru de 48°53'. Il faut en ôter 50" et l'on aura la hauteur du Pole de Paris, à l'endroit des Tours de Notre-Dame, de 48°52'10" ; ou, si l'on aime mieux désigner Paris par le milieu, entre les Portes de Saint Martin et de Saint Jacques, qui se trouve à peu près vers Saint Jacques de la Boucherie, la hauteur du Pole de Paris sera de 48°52'20". Et nous sommes certains que si les hauteurs du Pole sont fixes, il y

aura peu à changer à celle-ci lorsque, dans l'Observatoire, on pourra arriver à une plus grande précision. Nous mettons à part les réfractions que l'Etoile Polaire pourrait avoir, dont on s'éclaircira avec le temps. La hauteur du Pole de Notre-Dame de Paris étant supposée, nous établirons les hauteurs du Pole suivantes, conformément aux différences ci-dessus établies.

LATITUDES, ET HAUTEURS DU POLE		
DE	Malvoisine	48°. 31. 48".
	L'Observatoire	48. 51. 10.
	Notre - Dame de Paris	48. 52. 10.
	Mareüil	49. 5. 20.
	Clermont	49. 23. 48.
	Sourdon	49. 43. 40.
	Notre - Dame d'Amiens	49. 54. 46.

Les différences des longitudes de ces mêmes lieux demandent un peu plus de calcul que celles des latitudes, car, après que l'on a trouvé dans un Parallèle la distance entre les Méridiens des deux lieux, l'on a réduit cette distance à celle qui serait dans l'équateur entre les mêmes Méridiens, laquelle on a changée en minutes et secondes d'un grand cercle, conformément à la table ci-dessus. De cette manière, on a trouvé :

Sourdon	} plus Oriental que	Amiens	5'. 54".
Clermont		Sourdon	1. 9.
Mareüil		Clermont	0'. 34".
Mareüil		Malvoisine	0'. 20".
Mareüil		Paris,	4'. 37".

D'où il a été facile de conclure que la différence des longitudes entre Sourdon et Malvoisine est seulement de 1'23". Ce qui confirme le premier jugement qu'on avait fait que ces deux lieux étaient à peu près tous dans un même Méridien.

Il s'ensuit aussi que Paris, à l'endroit des Tours de Notre-Dame, n'est plus oriental qu'Amiens que de 3'. Et parce que, dans le Parallèle de Paris, 3' valent 1877 Toises, on doit conclure que Chaliot, qui peut passer pour un des Fauxbourgs de Paris, est à peu près dans un même Méridien que Notre-Dame d'Amiens.

Il serait avantageux pour l'Astronomie que nous sussions avec la même précision la différence des longitudes qu'il y a entre l'Observatoire de Paris et Uranibourg, de laquelle on sera en différend de plus de deux degrés, jusqu'à ce que, par des observations faites en même temps en ces deux lieux, et comparées ensemble, on se soit éclairci la vérité.

ARTICLE XII

Comme la manière dont on observe d'ordinaire le niveau est sujette à une correction qui suppose que l'on sache la grandeur du demi-diamètre de la Terre,

lequel, suivant notre calcul est de 3 269 298 Toises 3 pieds, nous avons jugé à propos de donner ici une Table pour la correction du niveau apparent. Et, par occasion, nous parlerons des réfractions qui se mêlent dans ce genre d'observations et qui les empêchent de pouvoir servir à la mesure de la terre.

On sait que le juste niveau demande une égale distance du centre de la Terre et cependant on cherche d'ordinaire le niveau dans une ligne droite, qui va s'éloignant de ce centre à la manière d'une tangente, de sorte qu'alors le véritable niveau est au-dessous de l'apparent.

Si, au lieu de prendre le niveau d'un seul côté, on s'était placé au milieu entre les deux points qu'on veut mettre de niveau, ou que l'on en fût également éloigné, il n'y aurait en ce cas aucune correction à faire, parce que les haussemens seraient égaux de part et d'autre. Mais sans être réduit à cette pratique, puisque l'on sait la grandeur au-dessus du véritable, pourvu que l'on sache à quelle distance on est du point de visée. De même que, connaissant la grandeur du demi-diamètre d'un cercle et celle d'une tangente, on trouve l'excès de la Sécante hors le cercle.

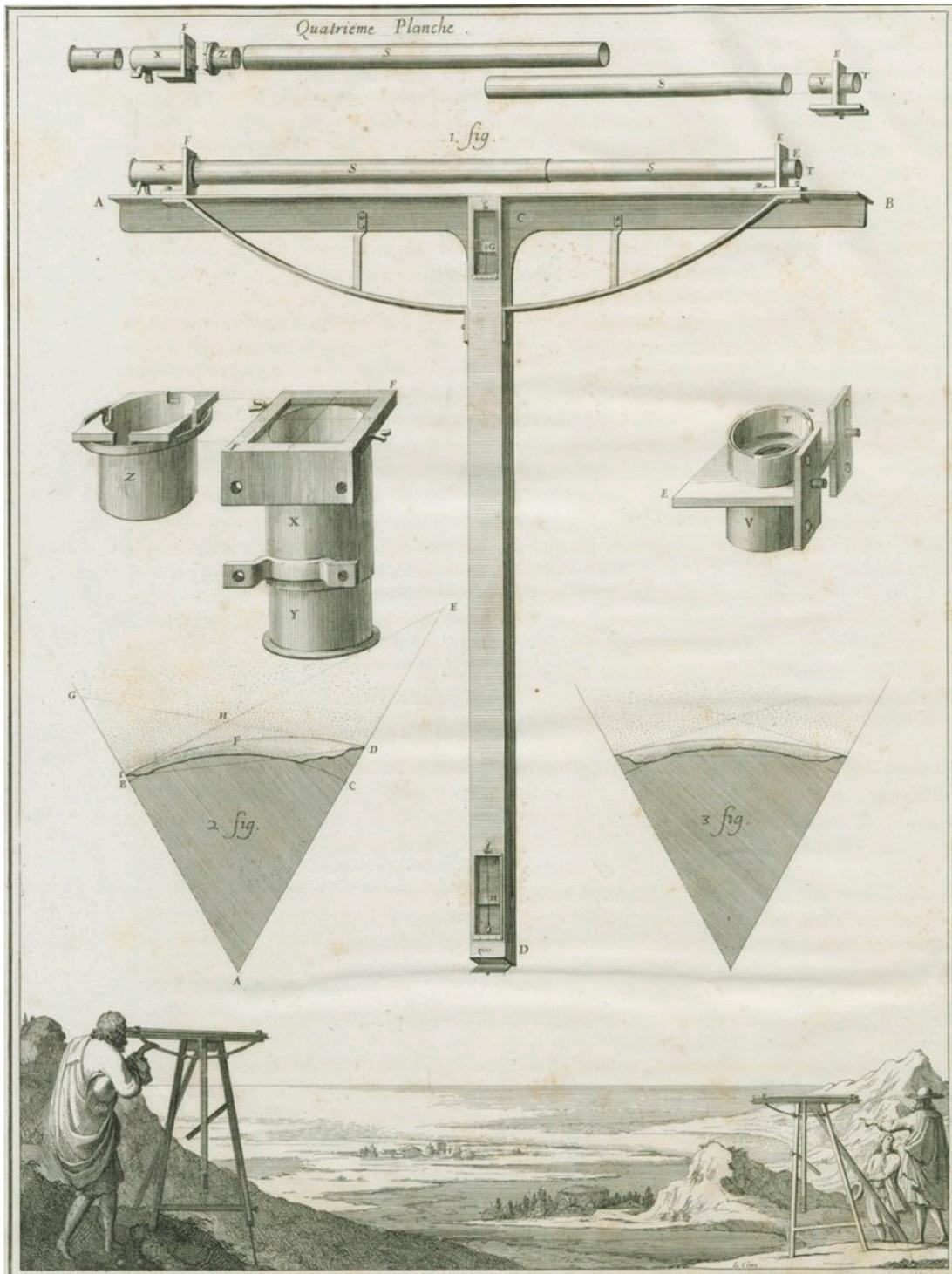
*TABLE POUR LES HAUTEURS DU NIVEAU APPARENT
au dessus du véritable.*

Distances. Toises.	Hauteurs du Niveau apparent.		
	Pieds.	Pouces.	Lignes.
50.	0	0	$\frac{1}{2}$
100.	0	0	1 $\frac{1}{4}$
200.	0	0	5.
300.	0	0	11 $\frac{1}{4}$
400.	0	1	9.
500.	0	2	9.
600.	0	3	11.
700.	0	5	4 $\frac{1}{4}$
800.	0	6	11 $\frac{1}{4}$
900.	0	8	9 $\frac{1}{4}$
1000.	0	11	0.
1500.	2	0	9.
2000.	3	8	0.
2500.	5	8	8 $\frac{1}{4}$
3000.	8	3	0.
4000.	14	8	0.

Cette Table fait voir que les hauteurs du Niveau apparent ne sont pas considérables au-dessous de mille Toises de distance ; mais qu'au-delà, elles pourraient causer une erreur sensible, parce qu'elles croissent considérablement et à peu près comme les carrés des distances.

Ceux qui ne savent pas par expérience avec quel avantage on se sert maintenant des Lunettes d'approche au lieu des pinnules anciennes, ne manqueront pas de dire que cette Table ne peut être d'aucun usage, parce que l'on a point eu

jusqu'ici d'instrument avec lequel on pût répondre de la différence qu'il y a entre le Niveau apparent et le véritable. Nous pouvons néanmoins assurer qu'avec notre Quart-de-cercle, qui n'a guère plus de trois pieds de rayon, ou avec l'instrument dont nous allons faire la description, nous déterminerons le Niveau à 18 pouces près sur une distance de mille Toises pour laquelle, selon la Table, il y a huit pieds trois pouces de correction à faire.



DESCRIPTION D'UN INSTRUMENT PROPRE A OBSERVER LE NIVEAU

Le corps de cet instrument, qui est tout de fer, est composé de deux règles principales. La règle AB est longue de trois pieds et large de deux pouces. Elle est fortifiée par dessous d'une autre règle, du milieu de laquelle sort la queue CD longue de trois pieds et demi, et perpendiculaire au plan de la règle AB. Cette queue est garnie en devant de deux pièces mises sur le champ, qui sont Parallèles entre elles et qui, étant couvertes d'une plaque très mince, forment un canal carré dans lequel on enferme le plomb ou perpendicule GH, que l'on voit par deux fenêtres vitrées qui répondent à ses deux extrémités. Il y a même une troisième ouverture au bas du canal, par où l'on peut passer le doigt, pour arrêter le plomb en le touchant par en-dessous.

Sur le plat de la règle AB est attachée la Lunette d'approche EF, qui est de même structure que celle que nous avons décrite pour le Quart-de-cercle. Et, quoique toutes les pièces ayant été déjà représentées dans la première Planche, on a cru qu'il ne serait pas inutile de les représenter encore une fois dans un autre ordre, et en plus grand volume. Mais afin de n'être pas obligé d'en répéter ici le discours, on y a mis les mêmes lettres.

Un chevalet de Peintre sert de support à cet instrument et, pour pouvoir s'accommoder des inégalités du terrain, la règle AB est arcboutée en-dessous de deux arcs qui, portant sur les deux chevilles du chevalet, donnent la facilité de pointer la Lunette haut ou bas sans mouvoir le chevalet, par le moyen d'une broche de fer qui y est jointe.

Avec cet instrument, on pourrait déterminer le niveau d'un seul coup à de très grandes distances, bien au-delà de celles qui sont marquées dans la Table ci-dessus. Mais il se rencontre d'ordinaire un obstacle considérable de la part des réfractions, qui font paraître les objets au-dessus du lieu où ils devraient être vus. Par exemple, soit A le centre de la Terre, BC la surface ordinaire et D et I les sommets de deux montagnes. Il faut considérer que la Terre est enveloppée d'une atmosphère, ou air vaporeux, composée de régions différentes, qui sont plus subtiles à mesure qu'elles s'éloignent de la Terre, de manière que ce changement ne se faisant pas tout d'un coup, mais par degrés, le rayon visuel qui vient d'un lieu plus élevé à un plus bas, comme D en I, et qui passe obliquement d'un air plus subtil à un plus grossier, est continuellement rompu en chemin, à mesure qu'il change de milieu ; ce qui lui donne la position d'une ligne courbe, telle à peu près que DFI. Mais un oeil qui est en I reçoit ce rayon courbé, comme si c'était la tangente IE, dans laquelle il voit l'objet D. Par la même raison, si nous supposons un autre oeil en D, il verra l'objet I dans la ligne droite DG, Tangente du même rayon recourbé DFB. Et supposé que les deux Tangentes IE et DG, qui tiennent lieu de rayons virtuels, se coupent en H, on peut s'imaginer qu'il arrive ici la même chose que si les deux objets D et I étaient respectivement vus après une seule réfraction qui serait faite en H et qui serait équivalente à toutes celles du véritable rayon DFI.

Pour découvrir ces réfractions, et même en savoir la valeur totale, que l'on suppose réduite à l'angle DHE ou IHG, il faut avoir observé les deux angles AIE et ADG et, de plus, avoir connu l'angle A, par le moyen de la distance BC ou ID, changée en minutes et secondes d'un grand cercle de la Terre, car l'excès de ces trois angles par dessus 180 degrés sera la réfraction totale.

La troisième Figure représente deux Montagnes également hautes, mais si éloignées que le rayon virtuel ne puisse passer d'un sommet à l'autre sans s'approcher sensiblement de la Terre et sans être par conséquent rompu en chemin, ce qu'il n'est pas nécessaire d'expliquer davantage. Il faut toujours mettre à part toutes les irrégularités qui peuvent arriver à chaque moment dans la constitution de l'air.

C'est assez pour la pratique qu'on puisse s'apercevoir de la réfraction quand il y en a, et que, d'ailleurs, on la puisse éviter dans l'observation du niveau, en se contentant de stations médiocres.

Plusieurs Auteurs rapportent une chose que nous avons souvent expérimentée et qu'il est bon de remarquer ici, qu'un objet qui à la première pointe du jour aura paru dans le niveau, et même un peu au-dessus, paraîtra ensuite au-dessous quelque temps après le lever du Soleil. Et, qu'au contraire, après que le Soleil est couché, les objets fort éloignés paraissent quelquefois se hausser si sensiblement qu'un moins d'une demi-heure la hauteur apparente est augmentée de plus de 3'.

La cause de ces apparences est que la fraîcheur de la nuit condense les vapeurs, lesquelles descendent aux plus bas lieux et laisse l'air des lieux élevés beaucoup plus pur que durant le jour, ce qui cause une grande réfraction. Au contraire, quand l'action du soleil a fait monter une partie des vapeurs jusques aux lieux les plus élevés, il doit y avoir moins de différence de milieu et par conséquent moins de réfraction .

Nous ajouterons ici une expérience qui fait voir, contre l'opinion de quelques Auteurs, que, même en plein midi, il reste encore de la réfraction lorsque la distance est grande et que le rayon visuel ne peut passer d'un lieu à un autre sans s'approcher de la Terre. L'Été dernier étant au haut des Tours de Notre-Dame de Paris, on pointa le Quart-de-cercle vers la Tour de Montlhéry et l'on trouva que le pied de cette Tour était précisément dans le niveau apparent. C'était sur le Midi, dans un temps fort serein. Peu de jours après, à pareille heure, le haut des Tours de Notre-Dame, observé du pied de la Tour de Montlhéry, parut plus bas que le niveau que le niveau de 11'30", au lieu que, conformément à la distance de 12796 Toises, qu'il y a entre ces deux lieux, cet angle aurait dû être de 13'30", de manière qu'il y avait alors deux minutes de réfraction totale.

Cette expérience fait voir quelle justesse on doit attendre de ceux qui, après Maurolyc, prétendent trouver la grandeur de la Terre par le moyen du niveau apparent. Ils supposent que l'on choisisse pour cet effet une très haute montagne sur le bord de la mer et, qu'ayant mesuré la hauteur de cette montagne, on sache de quelle distance sur mer on commence à en découvrir le sommet. Mais les réfractions, qui sont encore plus grandes sur mer que sur Terre, rendent cette pratique trompeuse, parce qu'elles font découvrir les objets éloignés de beaucoup plus loin que la convexité de la mer ne le devrait permettre et , par conséquent, font paraître la Terre plus grande qu'elle n'est en effet.

ARTICLE XIII

Il reste maintenant à examiner les différentes opinions touchant la grandeur de la Terre et, parce que l'in ne peut rien dire des anciens que par conjecture, nous

commencerons par Fernel qui, comme nous avons dit au commencement, à estimé le degré de 56746 Toises.

Il y a sans doute de quoi s'étonner que, par une manière aussi grossière que la sienne, il ait approché de si près la mesure que tant d'observations nous ont fait conclure. Le lieu qu'il jugea être le terme du degré qu'il avait entrepris de mesurer se trouve, au terme des gens du Pays, comme il le dit lui-même, à vingt-cinq lieues de Paris d'où il était parti. Et d'ailleurs, ce ne pouvait être guère loin du grand chemin de Paris à Amiens, puisque ces deux Villes sont à peu près sous un même Méridien et devait être allé droit vers le Nord. On compte communément 28 lieues de distance entre Paris et Amiens. C'était donc à trois lieues au-deçà d'Amiens, et par conséquent dans un lieu moins avancé vers de le Nord de 6' au moins. Mais la différence des hauteurs de Pole de Paris et d'Amiens est de 62'36". D'où il s'ensuit que Fernel ne devait compter que 56'36" lorsqu'il crut avoir avancé d'un degré entier, de sorte qu'il faut nécessairement que l'erreur ait été compensée par l'estime qu'il fit ensuite de la longueur du chemin.

Quant à Snellius, qui ne donne au degré que la valeur de 55021 Toises ; si l'on considère ce que nous avons déjà remarqué ailleurs, qu'il s'est fondé sur une trop petite base ; si l'on ajoute à cela la multitude de ses triangles, la petitesse de plusieurs angles et la corrections de trois et quelquefois quatre minutes qu'il lui a fallu faire dans un même triangle ; et qu'enfin on ne sait pas de quelle manière il a observé les hauteurs du Pole, on s'étonnera moins, que, nonobstant tous ses soins et tout son travail, il n'ait pas si bien rencontré que Fernel.

Le Père Riccioli a passé dans une autre extrémité, faisant monter le degré à 64363 pas de Boulogne, ou à 81 milles d'Italie anciens, selon qu'il les détermine. Mais il n'a mesuré qu'environ le tiers d'un degré, ce qui est trop peu. Et d'ailleurs, il est facile de faire voir ce qui peut l'avoir trompé.

Imaginons-nous que dans la seconde Figure de la quatrième Planche, I soit le haut de la Tour de Modène, D le sommet de la Montagne de Paterne près Boulogne et A le centre de la Terre. Le Père Riccioli dans sa Géographie assure que, par plusieurs observations faites dans le temps qui semblent moins suspectes pour les réfractions, il a toujours trouvé l'angle ADI de 89°26'13"27". Et, par conséquent, l'angle A, ou l'Arc BC, est, selon cette observation, de 18'39"33", mais la distance est de 20016 pas de Boulogne. Donc, à proportion, le degré entier serait de 64363 pas de Boulogne, qui sont environ 62900 Toises de Paris.

Cette méthode qui avait été proposée par Kepler, parait d'autant plus simple qu'elle n'a besoin d'aucune observation céleste et qu'elle suppose seulement qu'un plomb ou perpendiculaire tende directement au centre de la Terre, ce que nous avons dû aussi supposer. Mais on peut demander au Père Riccioli comment il pouvait être assuré que, dans ses observations, il n'y avait aucun mélange de réfractions ? C'était, dit-il, à Midi, dans des lieux fort élevés. Mais, outre que l'un des lieux était beaucoup plus haut que l'autre, l'expérience suivante, jointe à celle que nous avons rapportée ci-dessus, fera voir quel jugement on doit faire de cette méthode.

Au mois d'Août de l'année 1669, le haut du Tertre de Mareuil, observé en plein Midi du pied de la Tour de Montlhéry, parut plus bas que le niveau de 8'20". Et, peu de jours après, à pareille heure, le pied de la Tour de Montlhéry, réciproquement observé du haut du Tertre de Mareuil, fut trouvé plus bas que

le niveau de 13'40". S'il n'y avait point eu de réfraction, ces deux petits angles assemblés auraient fait celui du centre de la Terre entre Montlhéry et Mareuil de 22'. Mais la distance est de 25643 Toises. Donc, à proportion, le degré serait de 69935 Toises, ce qui excéderait de beaucoup non seulement la grandeur que nous avons déterminé par le Ciel, mais encore celle que le Père Riccioli avait trouvée. La mesure deviendrait sans doute encore plus grande à l'égard de deux objets éloignés l'un de l'autre que Mareuil et Montlhéry, de sorte qu'il est évident que cette méthode doit être entièrement rejetée comme trompeuse et incertaine.

On dira que le Père Riccioli, sachant bien ce que pouvaient faire les réfractions, ne s'est pas contenté de cette méthode et qu'il l'a vérifiée par les observations du Ciel. Mais de quelque façon que la chose se passe en Italie, où les réfractions ne sont peut-être pas si grandes qu'ici, nous n'avons point trouvé que les observations faites pour la mesure de la Terre, par le moyen des Niveaux s'accordassent avec celles du Ciel, ce que nous pourrions confirmer par plusieurs exemples semblables à ceux que nous avons apportés. Et l'on peut voir dans la Géographie du même Auteur que deux observations du Ciel, dont l'une lui donnait 19'19" et l'autre 21'16" de distance apparente entre le Zénith de Ferrare et celui de la Montagne de Paterne, il a choisi la première comme celle qui s'accommodait mieux à son calcul ; au lieu que s'il avait suivi la seconde observation, nous nous serions trouvés à peu près d'accord.

Ce même Auteur, pour dernière preuve de son opinion, dit que la distance d'Avignon à Lyon, tirée des anciens itinéraires, s'accorde parfaitement avec la différence des hauteurs du Pole de ces deux Villes, à raison de 81 milles anciens pour un degré, conformément à son opinion. Il serait à souhaiter que l'on sût la juste distance de Lyon et d'Avignon et même que l'on eût ajouté celle de Chalons sur Saone : on aurait une ligne de plusieurs degrés assez approchant de la Méridienne. Cependant on peut répondre au Père Riccioli sur les distances portées par les itinéraires qu'il cite, n'ont pas été mesurés avec l'exactitude nécessaire pour la mesure de la Terre, et qu'il y a bien de la différence entre une distance Itinéraire prise en suivant les grands chemins et celle qui doit être mesurée par la ligne la plus courte. Celui de ces Itinéraires qu'on attribue à l'Empereur Antonin, mais qui a souvent passé sous le nom d'un Antoine Auguste, est rempli de fautes considérables, en donnant pas toujours une même distance pour deux mêmes lieux, comme on peut voir en conférant la route de Milan à Arles avec celle de Milan à Vienne. Le second Itinéraire, qui est celui de Bordeaux à Jérusalem, ne semble être que l'ouvrage d'un particulier qui a décrit ses voyages. Et pour peu qu'on l'examine, on verra qu'en plusieurs endroits il est différent du premier et que les distances particulières de plusieurs lieux entre Arles et Milan ne se trouvent pas les mêmes, de sorte qu'il ne serait pas raisonnable de s'en rapporter à des témoignages de cette sorte contre une mesure exactement prise.

FIN

Mesures de l'abbé Picard entre Malvoisine et Amiens

Triangle	Angle 1	°	'	"	Angle 2	°	'	"	Angle 3	°	'	"	Coté 1	Toises	Pieds	Mètres	Coté 2	Toises	Pieds	Mètres	Coté 3	Toises	Pieds	Mètres			
ABC	CAB	54	4	35	ABC	95	6	55	ACB	30	48	30	179	58	120	AB	5663	0	11037,19	AC	11012	5	21463,88	BC	8954	0	17451,35
ADC	DAC	77	25	50	ADC	55	0	10	ADC	47	34	0	179	59	60	AC	11012	5	21463,88	DC	13121	3	25573,72	AD	9922	2	19338,57
DEC	DEC	74	9	30	DCE	40	34	0	CDE	65	16	30	179	59	60	DC	13121	3	25573,72	DE	8870	3	17288,52	CE	12389	3	24147,05
DCF	DCF	113	47	40	DFC	33	40	0	FDC	32	32	20	178	116	60	DC*	13121	3	25573,72	DF	21658	0	42211,44				0,00
DFG	DFG	92	5	20	DGF	57	34	0	GDF	30	20	40	179	59	60	DF	21658	0	42211,44	DG	25643	0	49978,21	FG	12963	3	25265,78
GDE	GDE	128	9	30									128	9	30	DG	25643	0	49978,21	DE*	8870	3	17288,52	GE	31897	0	62167,25
AOB	AOB	62	22	0	ABO	75	8	20	BAO	42	29	40	179	59	60	AB	5663	0	11037,19	AO	6178	2	12041,52				0,00
AOD	AOD	76	50	0	ADO	37	19	20	DAO	65	50	40	178	116	60	DO	9298	0	18121,80	AO*	6178	2	12041,52	AD*	9922	2	19338,57
DOE	DOE	47	0	0	DEO	50	2	50	EDO	82	57	10	179	59	60				0,00	DE*	8870	5	17289,12	DO*	9298	0	18121,80
ACE	ACE	88	8	0	AEC	42	27	30	EAC	49	24	30	179	59	60	AC*	11012	5	21463,88				0,00	CE*	12388	2	24144,81
BCE	BCE	57	19	30	BEC	44	55	45	EBC	77	44	45	178	116	120				0,00	CE**	12390	2	24148,71	BC*	8954	0	17451,35
PDC	PDC	65	31	0	PCD	62	2	40					127	33	40	DC**	13121	3	25573,72	DP	14621	3	28497,22	PC	15063	3	29358,68
PCE	PCE	102	36	40	PEC	43	9	30					145	45	70	PC	15064	3	29360,63				0,00	CE*	12389	0	24146,16
ACF	ACF	66	13	40	AFC	50	33	20	FAC	63	13	0	179	59	60	AC*	11012	5	21463,88	AF	13051	0	25436,40				0,00
FAD	FAD	140	38	50									140	38	50	DF	21657	3	42210,39	AF*	13051	0	25436,40				0,00
GAF	GAF	52	8	50	GFA	75	12	10	FGA	52	39	0	179	59	60				0,00	AF*	13051	0	25436,40	FG*	12963	0	25264,89
GDC	GDC	62	53	0	GCD	86	24	25					148	77	25	DG	25643	0	49978,21	DC*	13121	3	25573,72	GC	22869	3	44572,57
GCE	GCE	126	58	25									126	58	25	GE*	31893	3	62160,35	CE**	12389	3	24147,05	GC*	22869	3	44572,57
FGH	FGH	39	51	0	FHG	91	46	30	HFG	48	22	30	178	116	60	GH	9695	0	18895,56				0,00	FG*	12963	3	25265,78
GHI	GHI	55	58	0	GIH	27	14	0	IGH	96	48	0	178	120	0	GH*	9695	0	18895,56	GI	17557	0	34218,59	HI	21037	0	41001,11
QFG	QFG	36	50	0	QGF	10	48	30					140	98	30	GF	12963	3	25265,78	QG	12523	0	24407,33				0,00
QGI	QGI	31	50	30	QIG	43	39	30					74	89	60				0,00	GI*	17562	0	34228,34	QI	9570	0	18651,93
HIK	HIK	65	46	0	HKI	80	59	40	KHI	33	14	20	178	116	60	IK	11678	0	22760,42				0,00	HI*	21043	0	41012,81
QIK	QIK	49	20	30	QKI	53	6	40					102	26	70	IK*	11683	0	22770,17				0,00	QI*	9570	0	18651,93
IKL	IKL	58	31	0	LIK	58	31	50					116	62	50	IK**	11683		22770,17	KL	11188	2	21806,01	IL	11186	4	21802,70
KLM					LKM	28	52	30	KML	62	31	0	90	83	30				0,00	KL*	11188	2	21806,01	LM	6036	2	11764,76
LMN	LMN	60	38	0	MNL	29	28	20					89	66	20	LN	10691	0	20836,76				0,00	LM*	6036	2	11764,76
ILN	ILN	119	32	40									119	32	40				0,00	IN	18905	0	36845,85				0,00
XYL	XYL	50	37	40	YXL	54	10	45					104	47	85	XY	3902	0	7605,00	YL	3273	2	6379,67				0,00
XYM	XYM	56	46	15	YXM	65	20	45					121	66	60	KY*	3902	0	7605,00	MY	4187	0	8160,46				0,00
MYL	MYL	107	23	55									107	23	55	YM	4187	0	8160,46	YL*	3272	3	6378,02	LM**	6037	0	11766,11
													0	0	0				0,00	GI**	17564		34232,24				0,00
													0	0	0				0,00	IN*	18907		36849,74				0,00
LMR	LMR	58	21	50	MRL	68	52	30					126	73	80	LR	5510	3	10739,88				0,00	LM***	6037	0	11766,11
NRL	NRL	115	1	30	RNL	27	50	30					142	51	60	LR	5510	3	10739,88	NR	7122	2	13881,37				0,00
NRT	NRT	67	21	40	NTR	72	25	40					139	46	80				0,00	NR	7122	2	13881,37	NT	4822	4	9399,27
NTV	NTV	83	58	40	TNV	70	34	30					153	92	70				0,00	NV	11161	4	21753,98	NT*	4822	4	9399,27
DOS	DOS	88	16	40	DSO	46	35	0	SDO	45	8	20	179	59	60	DO	9298	0	18121,80	DS	12795	0	24937,46	OS	9073	0	17683,28
DOZ	DOZ	82	5	10	DZO	51	34	0	ZDO	46	20	50	179	59	60	DO*	9298	0	18121,80	DZ	11757	0	22914,39	OZ	8588	3	16738,91
N _γ I	γNI	2	9	10									2	9	10	N _γ	18893	3	36823,35	γI	710	0	1383,79				0,00
G I _θ	G I _θ	1	9	0	G _θ I	90	0	0					91	9	0	IG	17564		34232,24	I _θ	17560	3	34225,33	G _θ	352		686,05
GE _e					GE _e	90	0	0	EG _e	0	26	0	90	26	0	GE	31894	0	62161,41	E _e	241	3	470,60				0,00
G _η S	G _η S	90	0	0	ηGS	13	0	30					103	0	30	G _η	12518	0	24397,58	S _η	2892	0	5636,51				0,00
SDE	SDE	128	5	30	DES	30	59	30					158	64	60	SD	12795	0	24937,46	DE	8871	0	17289,58	ES	19556	0	38114,64
DEG*	DEG	39	12	30	DGE	12	38	0	GDE*	128	9	30	179	59	60				0,00				0,00				0,00
SEG	SEG	8	13	0									8	13	0				0,00				0,00				0,00
ZDE	ZDE	129	18	0	DEZ	29	8	30					158	26	30	ZD	11757	0	22914,39	DE	8871	0	17289,58				0,00
DES	DES	30	59	20									30	59	20				0,00				0,00				0,00
SEZ	SEZ	1	50	50									1	50	50				0,00				0,00				0,00
													0	0	0				0,00				0,00				0,00
													0	0	0				0,00				0,00				0,00

