



4A  
28  
14  
12



4A  
28  
17  
12









Handwritten text at the top of the page, possibly a title or header, written in a cursive script.



~~23-3-6 =~~

~~E. 18. n. 9.~~

22  
14  
7 =

(24) - 16 - 4

Par M. CASSINI, Maître des Comptes,  
de l'Académie Royale des Sciences, et de la  
Société Royale de Londres.



PARIS,  
DE L'IMPRIMERIE ROYALE  
M DCC LXX



2-2-2-2 =

~~18. 11. 11~~

18. 11. 11

18. 11. 11



# ELEMENTS D'ASTRONOMIE.

*Par M<sup>r</sup> CASSINI, Maître des Comptes,  
de l'Académie Royale des Sciences, & de la  
Société Royale de Londres.*



A PARIS,  
DE L'IMPRIMERIE ROYALE.

---

M. DCCXL.



ELLE MENT  
DASTRONOMIE

PAR M. P. CASINI, Membre de l'Académie  
de l'Institut National des Sciences & des  
Lettres, &c.



A PARIS  
DE L'IMPRIMERIE ROYALE

M D C C X L





## P R E F A C E.

**L'**ASTRONOMIE est une Science qui a pour objet la contemplation de tous les Astres ou Corps Célestes.

Elle enseigne à déterminer leur situation dans le Ciel, leur mouvement, leur grandeur & leur distance. Elle sert à régler les temps & les saisons, en nous donnant la mesure des années, des mois & des jours. C'est par son secours que l'on peut découvrir la grandeur de la Terre & sa figure, la situation de toutes ses parties les unes à l'égard des autres, de même que leur étendue, leurs limites, & tout ce qui concerne la Géographie. Elle est aussi la guide la plus sûre que l'on ait dans la Navigation; & l'usage que l'on en a fait pour découvrir des terres inconnues, & étendre le Commerce dans les pays de la Terre les plus reculés, nous fait assés voir de quelle utilité elle doit être pour le bien du Public.

Si l'on considère son origine, elle est aussi ancienne que celle du monde. La révolution journalière du Soleil distingua le premier jour, de la première nuit. Le mouvement propre de la Lune autour de la Terre, nous donna la mesure des mois; & celui du Soleil, nous fixa le cours de l'année.

Des objets si admirables par leur éclat, leur beauté & leur variété attirèrent l'admiration & la curiosité de nos premiers Peres; ils en contemplèrent la disposition; & la



nécessité où ils se trouvèrent d'y avoir recours pour établir quelque ordre, tant dans les affaires de la société civile, que dans les jours destinés à l'exercice de la Religion, les obligea d'en faire une étude particulière.

Les Histoires sacrées nous fournissent des preuves authentiques de cette vérité. Les années qu'ont vécu les Patriarches, avant le déluge, sont marquées distinctement dans la Genèse; & l'on n'auroit pas pû en tenir compte, sans la connoissance du cours du Soleil, qui fixe la grandeur de ces années. Leurs mois étoient aussi réglés par le cours de la Lune, & l'histoire du déluge où l'on en tient compte, nous en fournit un témoignage certain.

A des autorités si respectables, on peut ajouter ce que Joseph rapporte dans son histoire des Juifs, qu'on doit aux descendants de Seth la science des Astres & la connoissance des choses célestes; & qu'ayant appris d'Adam, que le monde périroit par l'eau & par le feu, la crainte qu'ils eurent que les découvertes qu'ils avoient faites dans l'Astronomie, ne vinssent à se perdre & à être enfévelies dans l'oubli, les porta à élever deux colonnes, l'une de brique & l'autre de pierre, sur chacune desquelles ils gravèrent les connoissances qu'ils avoient acquises, afin que s'il arrivoit qu'un déluge ruinât la colonne de brique, celle de pierre demeurât, pour conserver à la postérité la mémoire de ce qu'ils y avoient écrit. Il ajoute même que cette prévoyance leur réussit, puisqu'on disoit de son temps, que cette colonne se voyoit dans la Syrie.

Cet Auteur étoit si fort persuadé de l'utilité de l'Astronomie, qu'il ne fait pas de difficulté d'avancer que Dieu avoit prolongé la vie aux premiers hommes, non-seulement pour récompenser leur vertu, mais aussi pour leur donner



## P R E F A C E.

v

le moyen de perfectionner l'Astronomie & la Géométrie, qu'ils avoient inventées; ce qu'ils n'auroient pû faire s'ils avoient vécu moins de six cens ans, parce que ce n'est qu'après la révolution de six siècles, que s'accomplit la grande année. Il appuye son témoignage sur l'autorité de tous ceux qui ont écrit l'histoire, tant des Grecs que des autres Nations, entre lesquels il cite Manethon, Berose, Mochus, Hesticeus & Jérôme l'Egyptien.

L'Astronomie s'étant ainsi préservée par la sage prévoyance de nos premiers Peres, du naufrage universel qui avoit inondé toute la Terre, fut cultivée par les descendants de Noë. Les Histoires profanes font mention d'Uranus Roy des peuples qui habitoient les bords de l'Océan Atlantique, qui passa pour être de la race des Dieux, parce qu'il avoit la connoissance du Ciel. Prométhée Roy de Scythie, que l'on croit fils de Japhet & petit-fils de Noë, enseigna à son peuple la science des Astres, ce qui a fait dire aux Poëtes qu'il avoit dérobé le feu du Ciel. Enfin, Zoroastre Roy de la Bactriane s'acquit une gloire immortelle, parce qu'il excelloit dans l'Astronomie.

Quoi qu'il en soit, il paroît certain que les Chaldéens cultivoient cette science peu de temps après le déluge. Philon rapporte que Tharé, qui étoit né plus de cent ans avant la mort de Noë, enseigna l'Astronomie à son fils Abraham; & Josephe assure que la connoissance qu'eut Abraham, du cours du Soleil, de la Lune & des Etoiles, lui avoit fait juger qu'il y a quelque Puissance supérieure qui regle leurs mouvements, & sans laquelle toutes choses tomberoient dans la confusion & le desordre. Ces motifs lui donnèrent la hardiesse de soutenir qu'il n'y a qu'un Dieu, que l'Univers est l'ouvrage de ses mains, & que c'est à sa



seule bonté, & non pas à nos propres forces, que nous devons attribuer tout notre bonheur.

Ce que nous venons de rapporter, suffit pour prouver l'excellence de l'Astronomie, & l'antiquité de son origine; ceux qui voudront s'instruire de tout ce qui a été fait dans la suite des temps pour le progrès de cette science, pourront voir le *Traité de l'origine & du progrès de l'Astronomie*, par mon Pere, qui est imprimé dans les anciens *Mémoires de l'Académie*: je me contenterai de faire remarquer ici, que la plus grande partie des découvertes & recherches curieuses en Astronomie, dont on a tâché de faire usage dans cet ouvrage, sont dûes aux grands E'tablissements que le feu Roy a faits pour le progrès des Sciences, de même qu'à la protection que le Roy veut bien leur accorder, à l'exemple de son auguste Bifayeul.

Personne n'ignore que de tous les édifices qui ont été construits jusqu'à présent, pour travailler aux Observations Astronomiques, aucun n'égale, ni même approche de la magnificence de l'Observatoire Royal de Paris.

Sa fondation a la même origine que celle de tout ce qui fut entrepris dans le siècle précédent, pour l'avancement des Sciences & des Arts, sous un Ministère éclairé, où l'on sçavoit que leur progrès étoit un des moyens des plus assurés pour procurer le bien de l'E'tat.

Ce même goût qui s'est conservé depuis ce temps-là, n'a jamais paru avec plus d'éclat que sous ce Ministère, qui sera regardé par la postérité, comme mémorable, par tous les grands ouvrages qui y ont été entrepris depuis plusieurs années, & dont les guerres, ordinairement si contraires aux progrès des Sciences, n'ont pas même pû interrompre l'exécution.



On avoit regardé d'abord comme une grande entreprise de mesurer l'étendue d'un degré, ou environ, d'un Méridien de la Terre, & d'en déterminer la grandeur par les Observations Astronomiques comparées aux mesures Géométriques; & c'étoit en effet le seul ouvrage en ce genre, qui eût été jusqu'alors exécuté avec précision. On avoit ensuite à plusieurs reprises différentes, décrit de la même manière, la Méridienne qui traverse la France depuis une extrémité du Royaume jusqu'à l'autre; mais on a dans ces temps-ci beaucoup encheri sur ces ouvrages, puisque depuis l'année 1733, jusqu'à présent, on travaille sans aucune interruption à tracer dans la France, diverses Méridiennes & Paralleles, & à déterminer par le secours de l'Astronomie jointe aux opérations Géométriques, la position de toutes les Villes & lieux principaux du Royaume; ouvrage qui, sans parler des avantages que l'on en doit retirer pour le bien de l'E'tat, doit être d'une grande utilité pour le progrès de l'Astronomie, puisque connoissant par ce moyen avec la dernière précision, la différence de longitude & de latitude entre tous les lieux de la France & l'Observatoire de Paris, on pourra profiter de toutes les Observations qui ont été faites, & qui se feront dans la suite, dans tous ces différents endroits, en les réduisant à un même lieu.

Mais quelque grandes que fussent ces entreprises, on n'a pas cru devoir les borner à l'intérieur de la France.

On avoit déjà envoyé en 1671 & 1672 des Astronomes de l'Académie Royale des Sciences, d'une part en Danemarck, à Uranibourg, lieu célèbre par les Observations qui y ont été faites par Tycho, & de l'autre part dans l'Amérique, à Cayenne, pour constater les principaux E'léments de l'Astronomie, tels que les Réfractions, la Parallaxe du



Soleil & de la Lune, l'Obliquité de l'E'cliptique, &c. On a dans ces temps-ci entrepris de porter les mêmes recherches à une plus grande précision, & d'en faire de nouvelles pour déterminer la figure de la Terre, en envoyant vers le Nord, dans des Pays les plus éloignés qu'il seroit possible, & vers le Midi sous l'E'quateur même, des Observateurs dont la pénétration n'a rien laissé échapper jusqu'à présent de tout ce qui pouvoit être utile aux progrès des Sciences. Nous avons déjà le résultat des Observations qui ont été faites vers le Nord; & nous espérons recueillir une moisson encore plus abondante, après le retour des Astronomes qui sont actuellement au Pérou.

Il est vrai que l'on n'a pas pû encore mettre à profit dans ces E'léments que je donne au Public, toutes les connoissances que l'on peut retirer des Observations qui ont été faites dans ces différents voyages; mais aussi je ne me flate pas de les avoir portés à la plus grande perfection à laquelle on peut aspirer.

Les Anciens avoient fait des Observations, qui, quoique imparfaites, ne laissent pas d'être très-précieuses, & fort utiles pour déterminer les mouvements des Planetes, par la comparaison de ces Observations avec celles que nous avons faites avec beaucoup plus de précision. Celles que l'on fera dans la suite, serviront de plus en plus à perfectionner l'Astronomie, & l'on aura tou'jours beaucoup à y travailler.

La Terre & tous les Corps Célestes qui l'environnent, sont disposés à diverses distances les uns à l'égard des autres, avec de certains degrés de mouvements; & quelque systéme que l'on suive, tous ces Corps doivent avoir quelque action les uns sur les autres, soit par l'entremise de la matière qui les sépare suivant les regles de Mécanique, soit  
par



par la volonté du Créateur, qui leur a imposé de certaines loix. Comment déterminer dans chacun de ces Corps, l'effet d'un si grand nombre de combinaisons, & quelle étendue de génie ne faudroit-il pas avoir pour le faire avec succès ?

Aussi, bien-loin de s'étonner qu'après tant d'Observations, on ne soit pas encore parvenu à une plus grande précision dans la détermination du mouvement des Astres, n'a-t-on pas plus sujet d'admirer qu'on ait pû trouver le moyen de déterminer, par exemple, à quelques minutes d'heure près, les Eclipses du Soleil & de la Lune ?

Mais outre les variations qui peuvent être produites par l'action réciproque des Corps les uns sur les autres, ne peut-il pas y en avoir quelques-unes causées par quelques effets dans la Nature, dont nous n'avons point encore de connoissance ?

Avant la découverte de la propagation de la Lumière, on ne se seroit jamais imaginé que ce qui sert à nous faire appercevoir les Astres, fût cause que nous ne les voyons pas dans l'endroit où ils sont réellement : cependant il résulte de la Théorie ingénieuse de M. Bradley, que cette propagation de la Lumière les écarte en apparence de leur véritable situation ; & les Observations que l'on en a faites depuis quelques années, ont confirmé cette découverte, dont nous n'avons pas pû faire d'usage dans ces E'léments d'Astronomie, ni dans les Tables que l'on avoit même commencé d'imprimer avant que l'on en eût fait ici des Observations.

Mais, sans chercher ailleurs d'autres causes de dérangement dans le cours des Astres, pouvons-nous être assurés qu'étant sujets, comme on l'a reconnu, à différentes inégalités, ils persévèrent toujours dans le même degré



de mouvement, fans qu'il y arrive aucune altération par la fuite des siècles ?

Il est vrai que la plûpart des Observations anciennes, comparées avec les nôtres, semblent appuyer ce sentiment, qui est reçu généralement de tous les Astronomes, & dont nous n'oserions nous écarter sans avoir des preuves bien complètes du contraire ; mais aussi il y en a beaucoup d'autres qui paroissent ne s'y pas accorder.

L'on a déterminé, par exemple, le mouvement des Étoiles fixes ( ou, ce qui revient au même, celui de la Terre autour de son axe) par la comparaison de nos Observations avec celles qui avoient été faites par les Anciens, & on a trouvé que ce mouvement étoit plus prompt que celui que l'on a déterminé en dernier lieu par les seules Observations modernes comparées ensemble, qui ont été faites à un intervalle suffisant pour pouvoir le déterminer avec précision.

Doit-on attribuer cette différence au défaut des Observations, ou à quelque inégalité réelle dans ce mouvement ? C'est cependant sur les distances des Étoiles aux Planetes, que sont fondées principalement les Observations des Anciens. Si donc l'on a supposé le mouvement des Étoiles fixes, plus prompt ou plus lent qu'il n'a été réellement, on aura la situation des Planetes par les Observations anciennes, différente de celle où on a dû les appercevoir, ce qui produira quelqu'erreur dans la quantité de leurs mouvements.

Mais quand même il seroit tel qu'on l'a supposé, peut-on s'assurer que les Orbes que les Planetes décrivent, ont toujours conservé la même figure & la même excentricité, & qu'ils ayent toujours été inclinés les uns à l'égard des autres, d'une égale quantité ?



L'Ecliptique même, sur le plan de laquelle se fait le mouvement du Soleil ou de la Terre, a-t-elle toujours eu la même inclinaison à l'égard de l'Équateur?

Si l'on compare les Observations des Anciens avec les nôtres, cette inclinaison paroît variable, comme il y a bien de l'apparence; mais quelle est la progression de cette variation, & où en fera le terme? Ira-t-elle se réunir à l'Équateur, pour rendre les jours égaux aux nuits par toute la Terre; ou bien, après s'en être approchée par la suite des temps, d'une certaine quantité, par un mouvement de libration, comme l'ont supposé divers Astronomes, s'en retournera-t-elle à la situation où elle étoit anciennement?

Après avoir exposé en abrégé les difficultés qui restent à surmonter pour porter l'Astronomie à une plus grande perfection, il me reste présentement à rendre compte du dessein que je me suis proposé dans cet ouvrage, & de l'ordre que j'y ai observé.

Comme on n'avoit point encore d'Éléments d'Astronomie écrits en François, & que le Public sembloit le désirer, j'ai cru devoir préférer cette Langue à toute autre, pour instruire ceux de la Nation qui voudront s'appliquer à l'Astronomie; d'autant plus que la Langue Françoisé est si fort répandue dans tous les pays de l'Europe, qu'il n'y a guères de gens de lettres qui n'en ayent une connoissance suffisante pour entendre tout ce qui est rapporté dans cet ouvrage.

La méthode que j'ai suivie, a été de ne supposer, autant qu'il a été possible, que ce qui étoit parfaitement connu, & de passer des notions les plus simples, à celles qui paroissent les plus composées. Je dis autant qu'il a été possible, car il y a des recherches en Astronomie qui sont tellement compliquées, qu'il faut nécessairement en supposer quelques-



unes qui ne font pas encore parfaitement connuës, pour en déduire celles que l'on veut trouver.

Comme l'Astronomie consiste principalement à mesurer le mouvement des Astres & leurs distances entr'eux, on a supposé que ceux qui veulent s'en instruire, ont quelques connoissances de la Géométrie ordinaire, que l'on n'y a cependant employé que dans ce qui étoit nécessaire pour l'intelligence de cet ouvrage, afin qu'il n'y eût presque personne qui ne fût en état de profiter d'une partie de ce qui y est contenu.

On a supposé aussi que le Lecteur auroit quelque teinture de la Trigonométrie rectiligne & sphérique, & sçauroit au moins en mettre les regles en pratique.

On n'a pas jugé devoir donner au commencement de cet ouvrage, des principes de la Sphere, qui doivent précéder ceux de l'Astronomie, parce qu'il y a peu de personnes qui les ignorent. Cependant, comme les termes n'en pourroient pas toujours être familiers, & qu'on en a souvent besoin pour l'intelligence du discours, on a cru devoir en donner l'explication, ou du moins la définition, en les appliquant à une figure de la Sphere, pour en retracer le souvenir.

On a ensuite traité des différents Systemes, parce que comme les mouvements des Planetes se font la plûpart autour du Soleil, & qu'on a besoin de les rapporter à la Terre, d'où nous les observons, il faut d'abord bien concevoir, du moins celui de Tycho, avant que de considérer, suivant celui de Copernic, tous ces mouvements à l'égard du Soleil, où nous ne pouvons les transporter qu'avec quelque effort d'imagination; quoique suivant ce dernier Systeme une fois bien entendu, ces mouvements paroissent beaucoup plus



simples & plus susceptibles des raisons physiques qui servent à les expliquer.

On a ensuite donné les regles de la Réfraction & de la Parallaxe, qui font voir les Étoiles dans des situations différentes de celles où on les appercevroit réellement si on les observoit du centre de la Terre, & qui varient suivant les différents endroits où nous nous trouvons sur sa surface, & suivant les différentes hauteurs des Astres.

Ces connoissances nous ont paru devoir précéder la Théorie des Planetes & des Étoiles fixes.

J'ai ensuite distribué cet ouvrage en neuf livres.

Dans le premier, on traite des Étoiles fixes, de leurs mouvements & des découvertes qu'on y a faites par rapport aux Étoiles nouvelles & changeantes. L'on y a aussi donné la méthode de déterminer dans le Systeme de Copernic, leurs distances à la Terre, & leur grandeur, par le moyen de la Parallaxe de l'Orbe annuel.

Le second livre traite du Soleil & de sa révolution autour de son axe, ce qui a donné occasion de parler des Taches qui ont servi à découvrir sa révolution, & d'en donner la théorie.

Avant que d'expliquer de quelle manière l'on conçoit son mouvement apparent autour de la Terre, qui se fait suivant un grand cercle de la Sphere, qu'on nomme *Ecliptique*, il a été nécessaire d'exposer les recherches qui ont été faites pour connoître la situation de ce cercle par rapport aux autres cercles de la Sphere, & de faire remarquer les variations que l'on a observées dans son inclinaison à l'égard de l'Équateur. On a ensuite donné les différentes hypotheses, tant anciennes que modernes, qui servent à représenter son mouvement, de même que diverses méthodes



que l'on peut employer pour déterminer le lieu de son Apogée & de son Périgée, l'excentricité de son Orbe, & sa plus grande Équation ; & l'on a déterminé la grandeur de l'année, par les Observations, tant des Équinoxes, que des Solstices, que l'on a eu soin de rapporter.

Le troisième livre renferme la théorie de la Lune, suivant les principes de mon Pere, à laquelle j'ai cru devoir faire quelques additions pour la rendre plus conforme aux observations. On y a traité au commencement, de la libration de cette Planete, ou de sa révolution autour de son axe.

Le quatrième livre traite de Saturne, où j'ai parlé d'abord des bandes que l'on avoit remarquées sur son globe, & de l'apparence de l'Anneau qui l'environne, dont il n'y a aucun autre exemple dans le Ciel. J'ai ensuite exposé la théorie des mouvements de cette Planete, que l'on a déduit principalement des Observations de son Opposition avec le Soleil, qui y sont rapportées.

Dans le cinquième livre, après avoir parlé des bandes que l'on a remarquées sur le disque de Jupiter, & des taches qui ont servi à déterminer la révolution de cette Planete autour de son axe, j'ai donné la théorie de son mouvement autour du Soleil, à peu-près de la même manière que celle de Saturne.

Le sixième livre traite de Mars, de ses taches, de sa révolution autour de son axe, & de la théorie de son mouvement autour du Soleil, au sujet de laquelle Képler a fait un excellent Traité, dans lequel il a exposé son hypothese, que j'ai suivie dans toutes les Planetes, par préférence à toutes les autres, comme étant la plus conforme aux Observations Astronomiques.



Dans le septième livre, j'ai d'abord considéré la révolution de Venus autour de son axe, qui, suivant mon Pere, n'est que d'environ 23 heures, & diffère beaucoup de celle que M. Bianchini lui a attribuée d'un peu plus de 23 jours dans un ouvrage imprimé à Rome en 1725, ce qui m'a engagé à y insérer une Dissertation, pour prouver que les Observations modernes ne concluent rien qui soit contraire à celles que mon Pere avoit faites en 1666 & 1667, dont il s'étoit servi pour déterminer cette révolution.

A l'égard du mouvement de cette Planete autour du Soleil, après avoir exposé la théorie des Anciens, & examiné les Observations qu'ils nous en ont laissées, j'ai trouvé que pour déterminer avec précision, les mouvements de cette Planete, on devoit y employer par préférence les Observations modernes, c'est-à-dire, celles qui ont été faites depuis le célèbre passage de Venus devant le Soleil, observé par Horoccius en 1639, jusqu'à présent; & cette recherche m'a si bien réussi, que presque toutes les Observations que j'ai eu lieu de comparer avec ce qui résultoit de cette théorie, s'y accordent avec une précision qui égale à peu-près celle des mouvements du Soleil ou de la Terre, qui sont les plus parfaitement connus.

Le huitième livre traite de Mercure, dont on n'a pas encore distingué de mouvement autour de son axe, ce qui vient apparemment de ce que cette Planete s'écartant fort peu des rayons du Soleil, son disque ne paroît jamais bien terminé, & qu'on y apperçoit des variétés de couleurs qui empêchent de distinguer s'il y a des taches ou non.

On a été aussi obligé dans la Théorie de cette Planete; de n'y employer que les Observations modernes, qui ne sont pas en grand nombre, parce qu'on ne le voit dans ses

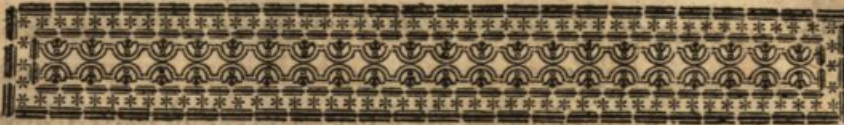


Conjonctions que lorsqu'il passe devant le disque du Soleil, ce qui n'est encore arrivé que huit fois; & que hors de ses Conjonctions on ne l'apperçoit ordinairement que vers ses plus grandes digressions, où les moindres erreurs en causent de fort grandes dans sa situation sur son Orbe. On n'a pas laissé cependant de déterminer par les Observations modernes, sa situation, avec une précision qui semble surpasser celle de la plûpart des autres Planetes.

On a enfin terminé cet ouvrage par un Abregé de la theorie des Satellites de Jupiter & de Saturne, où l'on a eu soin de rapporter ce que l'on a remarqué de plus singulier dans les apparences de ces Satellites.







**T A B L E**  
**D E S M A T I E R E S**  
 C O N T E N U E S  
 D A N S C E V O L U M E .

|      |  |        |
|------|--|--------|
| I.   | <i>DES Cercles de la Sphere.</i>                       | Page 1 |
| II.  | <i>Des Systemes du Monde.</i>                          | 6      |
|      | <i>Du Systeme de Ptolemée.</i>                         | 7      |
|      | <i>Du Systeme de Copernic.</i>                         | 9      |
|      | <i>Du Systeme de Tycho-Brahé.</i>                      | 11     |
| III. | <i>Des Réfractions Astronomiques.</i>                  | 11     |
|      | <i>Première Méthode de déterminer les Réfractions.</i> | 13     |
|      | <i>Seconde Méthode de déterminer les Réfractions.</i>  | 14     |
| IV.  | <i>De la Parallaxe.</i>                                | 17     |
|      | <i>Première Méthode de déterminer la Parallaxe.</i>    | 19     |
|      | <i>Seconde Méthode de déterminer la Parallaxe.</i>     | 23     |

---

**LIVRE I. DES ÉTOILES FIXES. 32**

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| CHAPITRE I. | <i>De la situation des Étoiles fixes entr'elles &amp; par rapport aux Cercles de la Sphere.</i> | 32 |
| CHAP. II.   | <i>Des Constellations.</i>  | 36 |
| CHAP. III.  | <i>De la Lumière des Étoiles fixes.</i>   | 42 |



## T A B L E

|       |   |    |
|-------|---|----|
| CHAP. | IV. <i>Du Mouvement apparent des E'toiles fixes en Longitude.</i>               | 43 |
| CHAP. | V. <i>De la Grandeur des E'toiles fixes, &amp; de leur Distance à la Terre.</i> | 50 |
| CHAP. | VI. <i>Des E'toiles Nouvelles.</i>  | 57 |
| CHAP. | VII. <i>Des E'toiles Nébuleuses</i>   | 77 |

---

## LIVRE II. DU SOLEIL. 80

|               |  |     |
|---------------|--|-----|
| CHAPITRE I.   | Des Taches du Soleil.  | 81  |
| CHAP.         | II. <i>De la Révolution du Soleil autour de son axe.</i>   | 86  |
| PROBLEME I.   | <i>Déterminer sur le Disque apparent du Soleil, la situation du Parallele qu'il décrit par rapport à l'Ecliptique.</i>   | 87  |
| PROBLEME II.  | <i>Déterminer dans le Disque du Soleil la situation des Taches par rapport à l'Ecliptique.</i>   | 91  |
| PROBLEME III. | <i>Déterminer par le moyen des Observations des Taches, la situation du Pole de la Révolution du Soleil autour de son axe, &amp; l'inclinaison de cet axe à l'égard de l'Ecliptique.</i>   | 94  |
| PROBLEME IV.  | <i>Déterminer pour tous les jours de l'année, la situation apparente du Pole de la Révolution du Soleil, sur son Disque, &amp; les Ellipses que les Taches doivent paroître décrire par la Révolution du Soleil autour de son axe.</i> | 101 |
| PROBLEME V.   | <i>Déterminer le temps de la Révolution des Taches ou du Globe du Soleil autour de son axe.</i>  | 103 |
| CHAP.         | III. <i>De l'Obliquité de l'Ecliptique.</i>  | 106 |
| CHAP.         | IV. <i>Du Mouvement vrai ou apparent du Soleil à l'égard de la Terre.</i>  | 114 |
|               | <i>Première Méthode de déterminer le Mouvement vrai ou apparent du Soleil.</i>   | 114 |
|               | <i>Seconde Méthode.</i>  | 117 |
|               | <i>Troisième Méthode.</i>  | 119 |



# DES MATIERES.

|   |     |
|---|-----|
| <i>Quatrième Méthode.</i>   | 119 |
| <i>Cinquième Méthode.</i>   | 121 |
| CHAP. V. <i>De la Grandeur apparente du Diametre du Soleil, &amp; du rapport de sa plus grande à sa plus petite Distance de la Terre.</i> | 122 |
| CHAP. VI. <i>Des Hypotheses qui servent à représenter le Mouvement apparent du Soleil, &amp; sa Distance à la Terre.</i>                  | 128 |
| I. <i>De l'Hypothese du Mouvement circulaire du Soleil autour de la Terre.</i>  | 129 |
| II. <i>Du Mouvement du Soleil autour d'une Ellipse.</i>   | 134 |
| <i>De l'Hypothese Elliptique simple.</i>  | 134 |
| <i>De l'Hypothese de Képler.</i>  | 140 |
| III. <i>Autre Hypothese du Mouvement apparent du Soleil autour de la Terre.</i>   | 149 |
| CHAP. VII. <i>De l'E'quation des Jours, ou de la différence entre le Temps véritable &amp; le Temps moyen.</i>                            | 151 |
| CHAP. VIII. <i>De l'Apogée &amp; du Périgée du Soleil, de l'Excentricité de son Orbe, &amp; de sa plus grande E'quation.</i>              | 156 |
| <i>Première Méthode de déterminer l'Apogée &amp; le Périgée du Soleil, l'Excentricité de son Orbe &amp; sa plus grande Equation.</i>      | 157 |
| <i>Seconde Méthode.</i>   | 158 |
| <i>Troisième Méthode.</i>   | 158 |
| <i>Quatrième Méthode.</i>   | 159 |
| <i>Cinquième Méthode.</i>   | 168 |
| <i>Sixième Méthode.</i>   | 172 |
| <i>Septième Méthode.</i>  | 178 |
| <i>Huitième Méthode.</i>  | 182 |
| <i>Neuvième Méthode.</i>  | 187 |
| CHAP. IX. <i>Du Mouvement de l'Apogée &amp; du Périgée du Soleil.</i>   | 193 |
| CHAP. X. <i>De la Grandeur de l'Année Solaire.</i>  | 197 |



## T A B L E

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Première Méthode de déterminer la grandeur de l'Année Solaire, par le lever &amp; le coucher du Soleil.</i> | 201       |
| <i>Seconde Méthode, par les Observations des Etoiles fixes comparées à celles du Soleil.</i>                   | 202       |
| <i>Troisième Méthode, par les Hauteurs Méridiennes du Soleil.</i>  | 204       |
| <i>Quatrième Méthode, par les Observations des Equinoxes.</i>  | 207       |
| <i>Equinoxes observés à Paris.</i>   | 209       |
| <i>Equinoxe observé par Hipparque.</i>   | 211       |
| <i>Equinoxes observés par Ptolemée.</i>  | 217       |
| <i>Equinoxe observé par Albategnius.</i>   | 219       |
| <i>Equinoxes observés à Nuremberg.</i>   | 220       |
| <i>Equinoxes observés par Copernic à Fruemberg.</i>  | 222       |
| <i>Equinoxes observés à Cassel.</i>  | 224       |
| <i>Equinoxes observés par Tycho.</i>   | 226       |
| <i>Equinoxes observés à Bologne.</i>   | 230 & 231 |
| <i>Cinquième Méthode de déterminer la grandeur de l'Année Solaire, par les Observations des Solstices.</i>     | 233       |
| <i>Solstices observés à Paris.</i>   | 242       |
| <i>Solstice observé à Athènes le 27 Juin de l'année 431 avant J. C.</i>  | 244       |
| <i>Solstice observé à Alexandrie le 24 Juin de l'année 140 après J. C.</i>                                     | 245       |
| <i>Solstices observés à Nuremberg.</i>   | 247       |
| <i>Solstices observés à Uranibourg.</i>  | 248       |

## LIVRE III. DE LA LUNE. 251

|  |     |
|--|-----|
| <b>CHAPITRE I.</b> <i>Des Phases de la Lune.</i>   | 251 |
| <b>CHAP. II.</b> <i>Des Taches de la Lune.</i>   | 253 |
| <b>CHAP. III.</b> <i>De la Libration apparente de la Lune, ou de la Révolution de la Lune autour de son axe.</i> | 255 |
| I. <i>De l'Apparence du Mouvement propre des Etoiles fixes à l'égard de la Lune.</i>                             | 260 |
| II. <i>De l'Apparence de la Libration de la Lune à l'égard des Etoiles fixes.</i>                                | 261 |
| III. <i>De l'Apparence de la Libration de la Lune à l'égard du Soleil.</i>                                       | 263 |



## DES MATIERES.

|   |  |     |
|---|--|-----|
| <i>Méthode de déterminer la situation apparente des Taches de la Lune pour tous les temps de l'année.</i> |  | 265 |
| CHAP. IV.   | <i>De l'Inclinaison de l'Orbite de la Lune à l'égard de l'Ecliptique.</i>  | 271 |
|   | <i>De la Variation de l'inclinaison de l'Orbite de la Lune.</i>  | 272 |
| CHAP. V.  | <i>De la situation des Nœuds de la Lune sur l'Ecliptique.</i>  | 278 |
|   | <i>Première Méthode de déterminer les Nœuds de la Lune.</i>  | 278 |
|   | <i>Seconde Méthode, par les Eclipses.</i>  | 279 |
| CHAP. VI.   | <i>Du Mouvement des Nœuds de la Lune.</i>  | 283 |
| CHAP. VII.  | <i>Du Mouvement vrai de la Lune à l'égard de la Terre.</i>   | 289 |
|   | <i>Première Méthode de déterminer le vrai lieu de la Lune.</i>   | 290 |
|   | <i>Seconde Méthode.</i>  | 291 |
| CHAP. VIII.   | <i>Des moyens Mouvements de la Lune.</i>   | 292 |
| CHAP. IX.   | <i>Des E'poques des moyens Mouvements de la Lune, de la situation de son Apogée, &amp; de sa première Inégalité.</i>                 | 296 |
|   | <i>Première Méthode de déterminer l'Epoque des moyens Mouvements de la Lune, le lieu de son Apogée, &amp; sa première Inégalité.</i> | 297 |
|   | <i>Seconde Méthode.</i>  | 303 |
| CHAP. X.  | <i>Du Mouvement de l'Apogée de la Lune.</i>  | 307 |
| CHAP. XI.   | <i>De la première E'quation Solaire.</i>   | 312 |
| CHAP. XII.  | <i>De la seconde E'quation Solaire.</i>  | 315 |
| CHAP. XIII.   | <i>De la seconde Inégalité de la Lune.</i>   | 317 |
|   | <i>Méthode de déterminer la seconde Inégalité de la Lune dans l'hypothese Elliptique simple.</i>                                     | 320 |
|   | <i>Méthode de déterminer la seconde Inégalité de la Lune dans l'hypothese de Képler.</i>   | 322 |
| CHAP. XIV.  | <i>De la troisième &amp; dernière Inégalité de la Lune.</i>  | 325 |



## T A B L E

*Méthode de déterminer le lieu de l'Orbite de la Lune, où sa troisième Inégalité est la plus grande possible, & la quantité de cette plus grande Inégalité.* 330

CHAP. XV. *De la grandeur apparente du Diametre de la Lune.* 332

---

### LIVRE IV. DE SATURNE. 335

CHAPITRE I. *Du Globe & de l'Anneau de Saturne.* 335

CHAP. II. *Des Mouvements de Saturne.* 340

*Première Méthode de déterminer le temps & le lieu d'une Opposition de Saturne avec le Soleil, par l'Observation de sa distance à diverses Etoiles fixes.* 341

*Seconde Méthode de déterminer l'Opposition de Saturne avec le Soleil, par son passage par le Méridien, ou par un Cercle Horaire comparé à une Etoile fixe.* 345

*Troisième Méthode de déterminer le temps & le lieu de l'Opposition de Saturne avec le Soleil, par l'Observation de son passage par le Méridien.* 347

*Opposition de Saturne avec le Soleil, observée par les Chaldéens.* 349

*Oppositions de Saturne avec le Soleil, observées par Ptolemée à Alexandrie.* 354

*Oppositions de Saturne avec le Soleil, observées par Tycho.* 355

*Oppositions de Saturne avec le Soleil, observées par Longomontanus, par le P. Riccioli à Bologne, & par le P. Muti à Majorque.* 356

*Oppositions de Saturne avec le Soleil, observées par Hevelius à Danzick.* 357

*Oppositions de Saturne avec le Soleil, observées par Flamsteed à Greenwich.* 358

*Oppositions de Saturne avec le Soleil, observées à Paris.* 359

CHAP. III. *Des moyens Mouvements de Saturne.* 361

CHAP. IV. *De l'Aphélie de Saturne, & de la plus grande Équation de son Orbe.* 365

CHAP. V. *Du Mouvement de l'Aphélie de Saturne.* 371

CHAP. VI. *De la seconde Inégalité de Saturne, & du rapport de sa Distance au Soleil & à la Terre.* 375



## DES MATIERES.

|  |     |
|--|-----|
| <i>Autre Méthode de déterminer le rapport de la Distance de Saturne au Soleil &amp; à la Terre dans son Aphélie ou Périhélie, &amp; tous les degrés de son Orbe.</i> | 381 |
| <b>CHAP. VII. Des Nœuds de Saturne.</b>  | 385 |
| <i>Première Méthode de déterminer le vrai lieu des Nœuds de Saturne, leur Epoque, ou le temps que cette Planete est arrivée à l'un de ces Nœuds.</i>                 | 385 |
| <i>Seconde Méthode de déterminer le vrai lieu des Nœuds de Saturne.</i>  | 387 |
| <i>Troisième Méthode de déterminer le vrai lieu des Nœuds de Saturne.</i>  | 389 |
| <b>CHAP. VIII. De l'Inclinaison du plan de l'Orbite de Saturne à l'égard de l'Ecliptique.</b>  | 392 |
| <i>Première Méthode de déterminer l'Inclinaison du plan de l'Orbite de Saturne à l'égard de l'Ecliptique.</i>  | 392 |
| <i>Seconde Méthode.</i>  | 395 |
| <b>CHAP. IX. Du Mouvement des Nœuds de Saturne.</b>  | 397 |

---

## LIVRE V. DE JUPITER. 402

|   |             |
|---|-------------|
| <b>CHAPITRE I. Du Globe de Jupiter, &amp; de sa Révolution autour de son axe.</b>                                 | 402         |
| <b>CHAP. II. Des Mouvements de Jupiter.</b>   | 409         |
| <i>Oppositions de Jupiter avec le Soleil, observées par divers Astronomes.</i>                                    | 416 & suiv. |
| <b>CHAP. III. Des moyens Mouvements de Jupiter.</b>   | 419         |
| <b>CHAP. IV. De l'Aphélie de Jupiter, de l'Excentricité de son Orbe, &amp; de sa plus grande E'quation.</b>       | 422         |
| <b>CHAP. V. Du Mouvement de l'Aphélie de Jupiter.</b>   | 428         |
| <b>CHAP. VI. Détermination plus exacte des moyens Mouvements de Jupiter.</b>                                      | 430         |
| <b>CHAP. VII. De la seconde Inégalité de Jupiter, &amp; du rapport de sa Distance au Soleil &amp; à la Terre.</b> | 432         |



## T A B L E

|  |     |
|--|-----|
| CHAP. VIII. <i>Des Nœuds de Jupiter.</i>   | 438 |
| CHAP. IX. <i>De l'Inclinaison de l'Orbite de Jupiter par rapport à l'Écliptique.</i> | 442 |
| CHAP. X. <i>Du Mouvement des Nœuds de Jupiter.</i>                                   | 446 |
| CHAP. XI. <i>Des Observations de Jupiter, faites hors de ses Oppositions.</i>        | 449 |

---

## LIVRE VI. DE MARS. 457

|  |     |
|--|-----|
| CHAPITRE I. <i>Du Globe de Mars, &amp; de sa Révolution autour de son axe.</i>                               | 457 |
| CHAP. II. <i>Des Mouvements de Mars.</i>   | 461 |
| CHAP. III. <i>Du lieu de l'Aphélie de Mars, &amp; de l'Excentricité de son Orbe.</i>                         | 471 |
| <i>De la Préférence que l'on doit donner à l'Hypothese de Képler, ou à l'Élliptique simple.</i>              | 473 |
| CHAP. IV. <i>Détermination plus exacte du moyen Mouvement de Mars, &amp; du vrai lieu de son Aphélie.</i>    | 475 |
| CHAP. V. <i>De la seconde Inégalité de Mars, &amp; du rapport de sa Distance au Soleil &amp; à la Terre.</i> | 478 |
| CHAP. VI. <i>Des Nœuds de Mars.</i>  | 482 |
| CHAP. VII. <i>Du Mouvement des Nœuds de Mars.</i>  | 489 |
| CHAP. VIII. <i>De l'Inclinaison de l'Orbite de Mars par rapport à l'Écliptique.</i>                          | 491 |
| CHAP. IX. <i>Comparaison de diverses Observations de Mars, faites hors de ses Oppositions.</i>               | 496 |



# DES MATIERES.

---

## LIVRE VII. DE VENUS. 509

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| CHAPITRE I. | <i>De la Révolution de Venus autour de son axe.</i>  | 511 |
| CHAP. II.   | <i>Des Mouvements de Venus.</i>  | 527 |
| CHAP. III.  | <i>De l'Aphélie de Venus.</i>  | 541 |
| CHAP. IV.   | <i>Des moyens Mouvements de Venus.</i>   | 545 |
|             | <i>Observation de Venus sur le disque du Soleil, faite par Horoccius.</i>  | 550 |
|             | <i>Détermination plus exacte de la Conjonction de Venus avec le Soleil, du 4 Décembre 1639.</i>  | 557 |
|             | <i>Conjonctions de Venus avec le Soleil, observées à Paris.</i>  | 561 |
| CHAP. V.    | <i>Détermination de l'Aphélie de Venus, de l'Excentricité de son Orbe &amp; de sa plus grande Équation, par les Observations modernes.</i> | 561 |
| CHAP. VI.   | <i>Du Mouvement de l'Aphélie de Venus.</i>   | 564 |
| CHAP. VII.  | <i>Détermination des moyens mouvements de Venus, par les Observations modernes.</i>  | 565 |
| CHAP. VIII. | <i>De la seconde Inégalité de Venus, &amp; du rapport de sa Distance au Soleil &amp; à la Terre.</i>                                       | 566 |
| CHAP. IX.   | <i>Du lieu des Nœuds de Venus.</i>   | 570 |
| CHAP. X.    | <i>De l'Inclinaison de l'Orbite de Venus par rapport à l'Écliptique.</i>   | 573 |
| CHAP. XI.   | <i>Du Mouvement des Nœuds de Venus.</i>  | 575 |
| CHAP. XII.  | <i>Comparaison de diverses Observations de Venus.</i>  | 576 |



T A B L E

---

LIVRE VIII. DE MERCURE. 579

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| CHAPITRE I. | <i>De la Théorie de Mercure.</i>  | 580 |
|             | <i>Observations du Passage de Mercure devant le Soleil.</i>                                       | 581 |
| CHAP. II.   | <i>Des moyens mouvements de Mercure.</i>  | 605 |
| CHAP. III.  | <i>De l'Aphélie de Mercure, de l'Excentricité de son Orbe, &amp; de sa plus grande E'quation.</i> | 607 |
| CHAP. IV.   | <i>De la seconde Inégalité de Mercure.</i>  | 612 |
| CHAP. V.    | <i>De l'Inclinaison de l'Orbite de Mercure par rapport à l'E'cliptique.</i>                       | 614 |
| CHAP. VI.   | <i>Du lieu du Nœud de Mercure.</i>  | 617 |
| CHAP. VII.  | <i>Du Mouvement des Nœuds de Mercure.</i>   | 619 |

---

LIVRE IX.

*Des Satellites de Jupiter & de Saturne. 620*

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| CHAPITRE I. | <i>Des Satellites de Jupiter.</i>   | 621 |
| CHAP. II.   | <i>Des moyens Mouvements des Satellites de Jupiter.</i>   | 625 |
| CHAP. III.  | <i>Des Digressions des Satellites de Jupiter.</i>   | 631 |
| CHAP. IV.   | <i>Des Inégalités des Satellites de Jupiter.</i>  | 633 |
| CHAP. V.    | <i>De l'Inclinaison du plan des Orbes des Satellites à l'égard de celui de l'Orbite de Jupiter, &amp; de la situation de leur Nœud.</i> | 636 |



## DES MATIERES.

|  |     |
|--|-----|
| CHAP. VI. <i>Des Satellites de Saturne.</i>  | 638 |
| CHAP. VII. <i>Des moyens Mouvements des Satellites de Saturne.</i>   | 639 |
| CHAP. VIII. <i>De la Digression des Satellites de Saturne.</i>   | 640 |
| CHAP. IX. <i>De l'Inclinaison des Orbes des Satellites de Saturne, &amp; de la situation de leur Nœud.</i> | 642 |

---

### Fautes à corriger.

| Page        |   |
|-------------|---|
| 5,          | Ligne 21, lisez: RX, au lieu de PX.                                       |
| 11,         | 2, lisez. TS, au lieu de TF.  |
| 11,         | 11, lisez. Jupiter, Mars, Venus, au lieu de Jupiter, Venus.               |
| 13,         | penultième, lisez. SI, au lieu de ST.                                     |
| 62,         | 3, lisez. BSPC, au lieu de BPSC.  |
| 88,         | 6, lisez. DE, au lieu de DF.  |
| 95, 3 & 33, | lisez. Gig, au lieu de GIG.   |
| 99,         | 5, lisez. EO x OF, au lieu de EOF.  |
| 105,        | 3, lisez. HG, au lieu de HI.  |
| 124,        | 25, lisez. de la, au lieu de la de.                                       |
| 154,        | 10, lisez. & 24 heures, au lieu de & de celle de l'Etoile.                |
| 167,        | 22, lisez. FTG, au lieu de FIG.   |
| 173,        | 22, lisez. aux points C & A, au lieu de aux lignes C & A.                 |
| 175,        | 21, lisez. BGK, au lieu de BGZ.   |
| 200,        | 23, lisez. ZY, au lieu de SY.   |
| 215,        | 20, lisez. le Soleil n'avoit pas passé, au lieu de le Soleil avoit passé. |
| 238,        | 17, lisez. APB, au lieu de ABP.   |
| 269,        | 9, lisez. iO, au lieu de io.  |
| 269,        | 10, lisez. Op, au lieu de op.   |
| 271,        | 6, lisez. la Tache de la Lune, au lieu de la Lune.                        |
| 280,        | 23, lisez. INL, au lieu de IML.   |
| 292,        | 2, lisez. Fig. 44, au lieu de Fig. 41.                                    |
| 295,        | 28, lisez. Paris, au lieu d'Alexandrie.                                   |
| 295,        | 31, lisez. 4 <sup>h</sup> 40', au lieu de 4 <sup>h</sup> 30'.             |
| 320,        | 30, lisez. ALHB, au lieu de AHBK.   |



- Page 324, Ligne 30, lisez : TK, au lieu de TR.
- 327, 7, lisez. Ellipse, au lieu d'Eclipse.
- 329, 15, lisez. k, au lieu de K.
- 332, 19, lisez. CI, au lieu de KI.
- 342, 23, lisez. Bβa, au lieu de βBa.
- 342, 34, lisez. oriental, au lieu d'occidental.
- 342, 36, lisez. occidental, au lieu d'oriental.
- 345, 5, lisez. 11<sup>h</sup> 5', au lieu de 14<sup>h</sup> 38'.
- 347, 1, lisez. 1<sup>h</sup> 5' 57", au lieu de 1<sup>h</sup> 55' 57".
- 398, 34, lisez. l'angle PAR, au lieu de l'arc PAR.
- 433, 21, lisez. TS, au lieu de IS.
- 467, 10, lisez. 27 Mai, au lieu de 26 Mai.
- 479, 22, lisez. TSM, au lieu de STM.
- 480, 2, lisez. 0<sup>d</sup> 29' 32", au lieu de 0<sup>d</sup> 29' 27".
- 542, 7, lisez. RG, au lieu de SG.
- 542, 24, lisez. SD, au lieu de GD.
- 543, 19 & 25, lisez. I, au lieu de E.
- 548, penultième, lisez. BβC, au lieu de FβC.
- 596, 14, lisez. 3<sup>d</sup> 59' 56", au lieu de 4<sup>d</sup> 0' 36".
- 598, 6, lisez. EA, au lieu de BA.
- 608, antepenultième, lisez. Fig. 83, au lieu de Fig. 82.





# E'LEMENTS D'ASTRONOMIE.

\*\*\*\*\*  
*DES CONNOISSANCES PRELIMINAIRES  
NECESSAIRES POUR L'INTELLIGENCE  
DES E'LEMENTS D'ASTRONOMIE.*

I.

*Des Cercles de la Sphere.*



VANT que de considérer les mouvements des Etoiles fixes, du Soleil, de la Lune & des autres Planetes, il est à propos de donner quelque notion des Cercles de la Sphere, auxquels il est nécessaire de les rapporter pour les divers usages auxquels on les employe dans l'Astronomie, ce que nous ferons succinctement, sans entrer dans le détail de toute la Sphere, dont on suppose que le Lecteur a du moins quelque teinture.

A



Les Anciens ayant attribué à chaque Planete un Ciel ou une Sphere particulière, ont supposé que les Étoiles fixes étoient toutes attachées au huitième Ciel, qu'on nomme autrement *Firmament*, & ils ont jugé que ce Firmament étoit entraîné par un premier mobile, de l'Orient vers l'Occident, dans l'espace d'environ 24 heures, ce qui produit le mouvement journalier apparent des Étoiles fixes.

Ce mouvement se fait autour de deux points  $P, p$ , (*Fig. 1.*) supposés fixes dans le Ciel, qu'on nomme *Poles du Monde*. On appelle *Pole Arctique*, *Boréal* ou *Septentrional*, celui qui est le plus proche des sept Étoiles de la grande Ourse, & *Pole Antarctique*, *Austral* ou *Méridional*, celui qui lui est diamétralement opposé.

La ligne  $Pp$  qui joint ces deux Poles, s'appelle *Axe du Monde*. On suppose qu'elle passe par le centre de la Terre, & qu'elle marque sur sa circonférence deux Poles  $P, p$ , qui répondent à ceux du Ciel, & ont la même dénomination.

Le grand Cercle de la Sphere  $DFEG$ , qui est à égale distance des deux Poles, s'appelle *Équateur*. Son plan passé par le centre  $C$  de la Terre, & détermine sur sa circonférence un grand Cercle, qu'on nomme *Équateur* ou *Équinoctial*, parce que ceux qui y habitent, ont les jours égaux aux nuits pendant tout le cours de l'année.

On divise ce Cercle, de même que tous les autres Cercles de la Sphere, en 360 parties égales, qu'on nomme *Degrés*. Chacun de ces degrés se sousdivise en 60 minutes, chaque minute en 60 secondes, & chaque seconde en 60 tierces, &c.

Les Cercles que les Étoiles paroissent décrire autour du Pole par leur révolution journalière, s'appellent *Paralleles à l'Équateur*, ou tout simplement *Paralleles*, à quelque distance qu'ils soient de l'un des deux Poles.

Les *Paralleles*  $ZPR, SpO$ , qui sont éloignés de  $23^d 29'$  ou environ, de chacun des deux Poles, s'appellent *Cercles Polaires*, & on nomme *Tropiques*, les *Paralleles*  $HMBN, AYIQ$ , qui sont éloignés de part & d'autre de l'Équateur, d'une pareille quantité. Celui qui est vers le Pole Boréal, s'appelle *Tropique de l'Écrevisse*, & on nomme *Tropique du Capricorne*, celui qui est vers le Pole Austral.



Tous les grands Cercles de la Sphere, comme  $PXps$ , qui passent par les deux Poles & par une Etoile, s'appellent *Cercles de déclinaison*, parce que l'on compte sur eux la distance des Etoiles à l'Equateur, qu'on nomme *Déclinaison*, qui est le complément de leur distance au Pole. Le Cercle  $ZAOB$  de déclinaison, qui passe par le Pole  $P$  & le point  $Z$  du Ciel, qui est perpendiculaire sur notre tête, s'appelle plus particulièrement *Méridien*. On nomme le point  $Z$ , *Zénit*, & le point  $O$  qui lui est opposé, *Nadir*.

Le Méridien  $ZAOB$ , sépare en deux parties égales l'horison, qui est le seul Cercle visible que nous ayons dans le Ciel, & que l'on nomme *Horison sensible*, pour le distinguer de l'*Horison rationel*  $AFBG$ , qui est un grand Cercle de la Sphere qui lui est parallele, & dont l'on suppose que le plan passe par le centre  $C$  de la Terre.

La partie de ce Cercle  $AGB$ , ainsi partagée par le Méridien, où toutes les Etoiles paroissent se lever, s'appelle *Orientale*, & la partie  $AFB$ , où elles paroissent se coucher, se nomme *Occidentale*.

Le point  $A$  de l'horison, qui se trouve dans son intersection avec le Méridien, le plus près du Pole Austral, s'appelle *point du Midi* ou *du Sud*, & le point  $B$  qui lui est opposé, & le plus près du Pole Boréal, se nomme *point du Septentrion* ou *du Nord*.

Les deux points  $G$  &  $F$  de l'horison, qui sont à égale distance des points du Midi & du Septentrion, se nomment, l'un le *point de l'Est* ou *de l'Orient*, & l'autre le *point de l'Oüest* ou *de l'Occident*.

L'arc de l'horison compris entre le point de l'Est, & le lieu où se leve une Etoile, s'appelle *Amplitude ortive*, & on nomme *Amplitude occase*, la distance entre le lieu où une Etoile se couche, & le point de l'Oüest.

Les grands Cercles de la Sphere, comme  $ZXO$ ,  $ZAO$ , qui passent par le Zénit & le Nadir, & coupent l'horison dans deux points diamétralement opposés, s'appellent *Verticaux*.

Celui qui passe par le point de l'Est & de l'Oüest, s'appelle *premier vertical*, qui est ici représenté par la ligne droite  $ZCO$ . Il coupe à angles droits le Cercle  $ZAOB$ , qui passe par les points du Sud & du Nord, & se confond avec le Méridien du lieu où l'on observe. C'est sur ces Cercles que l'on mesure la hauteur apparente des Astres sur l'horison, dont la plus grande est toujours celle qui est prise sur le Méridien.



Les Cercles paralleles à l'horison, comme  $aX\beta$ , qui terminent la hauteur des Astres, s'appellent *Almicantarath*.

L'Equateur  $DFEG$ , coupe l'horison rationel  $AFBG$  aux deux points  $G$  &  $F$  de l'Est & de l'Oüest, & paroît diversement élevé sur l'horison des différents lieux de la Terre, suivant qu'ils sont plus près ou plus éloignés des Poles. Il est perpendiculaire sur l'horison de ceux qui sont sur l'Equinoctial. Il s'incline ensuite à mesure qu'on s'en éloigne, & paroît couché sur l'horison de ceux qui sont placés sous l'un des deux Poles.

Les Paralleles à l'Equateur, que les Astres paroissent décrire par leurs révolutions journalières de l'Orient vers l'Occident, sont aussi différemment inclinés sur l'horison de divers lieux de la Terre. Ils sont, de même que l'Equateur, perpendiculaires sur l'horison de ceux qui habitent sous l'Equinoctial, & sont coupés par cet horison en deux parties égales, ce qui rend, pendant chaque révolution journalière, la durée de l'apparition des Astres sur l'horison, égale au temps qu'on cesse de les voir, & les jours égaux aux nuits dans toutes les saisons de l'année. Ces Paralleles sont ensuite coupés en des parties inégales par l'horison, à mesure qu'on s'éloigne de l'Equinoctial, ce qui cause l'inégalité des jours que l'on observe dans les différents climats jusqu'aux Cercles Polaires, où le Soleil paroît, dans le temps des Solstices, un jour entier sans se coucher, & reste un autre jour sous l'horison sans se lever, parce que les paralleles  $HMBN$ ,  $AYIQ$ , qu'il décrit alors, touchent cet horison sans le couper, le premier au point  $B$ , & le second au point  $A$ . Cette présence ou absence du Soleil augmente ensuite en s'approchant des Poles, où le Cercle qu'il décrit, étant parallele à l'horison, il est six mois de l'année sans se coucher, & six autres mois sans se lever.

Le grand Cercle de la Sphere  $HKIL$ , autour duquel le Soleil fait sa révolution annuelle, s'appelle *E'cliptique*. On le suppose placé au milieu d'une bande large d'environ 16 degrés, qu'on nomme *Zodiaque*. On divise le Zodiaque en douze parties égales, chacune de 30 degrés, qu'on nomme *Signes*, & qui répondoient autrefois à 12 Constellations, dont on leur a donné le nom, qui sont le *Belier*, le *Taureau*, les *Gemeaux*, l'*E'crevisse*, le *Lion*, la *Vierge*, la *Balance*, le *Scorpion*, le *Sagittaire*, le *Capricorne*, le *Verseau* & les *Poissons*.



L'Ecliptique *HKIL* est inclinée de  $23^{\text{d}} 29'$  ou environ à l'Equateur, qu'elle coupe en deux points *K, L*, opposés l'un à l'autre. L'un de ces points où se trouve le Soleil dans l'Equinoxe du Printemps, s'appelle *le point du Belier*, & celui où est le Soleil dans l'Equinoxe d'Automne, s'appelle *le point de la Balance*. Ce cercle est terminé des deux côtés par les Tropiques *HMBN, AYIQ*, de l'Ecrevisse & du Capricorne, qui le touchent en deux points *H & I*, éloignés, de part & d'autre, de  $90$  degrés des points du Belier & de la Balance. L'Ecliptique a deux Poles *R & S* qui sont éloignés de  $23^{\text{d}} 29'$  de ceux de l'Equateur, & qui se rencontrent par conséquent sur les Cercles Polaires.

On nomme *Colure des Solstices*, le Méridien ou Cercle de déclinaison *RISH*, qui passe par les Poles de l'Equateur & ceux de l'Ecliptique, & *Colure des Equinoxes*, le Cercle qui passe par les Poles de l'Ecliptique & par les intersections *K & L* de l'Ecliptique avec l'Equateur, qui est représenté ici par la ligne *RS*. Ces deux Colures se coupent à angles droits, & divisent l'Ecliptique & l'Equateur en deux parties égales.

Les grands Cercles de la Sphere, comme *RTS*, qui passent par les Poles de l'Ecliptique & par une Etoile *X*, s'appellent *Cercles de latitude*, parce qu'on mesure sur ce Cercle, la distance *PX* de cette Etoile au Pole de l'Ecliptique dont le complément est sa latitude.

La distance *CT* entre le point du Belier & le point de l'Ecliptique où répond le Cercle de latitude *RXTS*, qui passe par une Etoile *X*, s'appelle *Longitude*, & se compte de l'Occident vers l'Orient, de même qu'on nomme *Ascension droite*, la distance *CV* entre le point du Belier & le point de l'Equateur où répond le Cercle de déclinaison *PXVp* qui passe par la même Etoile *X*.

Dans la Géographie, on nomme *Latitude*, la distance en degrés d'un lieu de la Terre à l'Equinoctial, mesurée sur le Méridien de ce lieu. Cette distance est égale à la hauteur du Pole de ce lieu, & on appelle *Longitude*, la distance d'un lieu au premier Méridien, mesurée sur le Parallele de ce lieu.

La position de ce premier Méridien est arbitraire. Les uns le font passer par le Pic de Ténérif, d'autres, comme les François, par l'Isle de Fer qui est la plus occidentale des Canaries.



Il suffit pour l'Astronomie, de sçavoir les différences de Longitude entre le lieu de la Terre, pour le Méridien duquel les Tables sont calculées, & les différents endroits de la Terre, ce qu'on appelle autrement *Différences de Méridiens*. On les compte en degrés, ou en heures, à raison de 360 degrés pour 24 heures, parce que le Soleil employe 24 heures à retourner au Méridien, & à décrire son Parallele, qui, de même que tous les autres Cercles de la Sphere, se divise en 360 degrés.

## I I.

*Des Systemes du Monde.*

Pour expliquer l'ordre & l'arrangement des parties de l'Univers, & de quelle manière les Corps célestes se meuvent les uns à l'égard des autres, on a imaginé diverses hypotheses, qu'on nomme plus particulièrement *Systemes du Monde*.

Cet arrangement se peut concevoir en plusieurs manières différentes, qui représentent toutes les mêmes apparences.

Les uns ont cru que la Terre étoit placée au centre de l'Univers, que c'est autour d'elle que le Soleil & les Etoiles font non-seulement leur révolution journalière de l'Orient vers l'Occident qui leur est commune à toutes, mais aussi une révolution particulière à chacune d'elles de l'Occident vers l'Orient.

Les autres ayant placé le Soleil immobile au centre du Monde, ont supposé que toutes les Planetes, & même la Terre, font leur révolution particulière autour de cet Astre; & que le mouvement journalier de l'Orient vers l'Occident, n'étoit qu'une apparence produite par la révolution de la Terre autour de son axe, qu'elle acheve dans l'espace de 24 heures, par un mouvement en sens contraire de l'Occident vers l'Orient.

Le sentiment de l'Immobilité de la Terre a été expliqué en deux manières différentes dans les Systemes de Ptolemée & de Tycho.

L'autre sentiment de l'Immobilité du Soleil qui avoit été proposé par Aristarque, Philolaüs & d'autres Philosophes anciens, a été adopté par Copernic, qui en a formé un Systeme, lequel a été suivi par Képler, Galilée, & la plupart des Astronomes modernes.



Nous donnerons une idée abrégée de ces trois Systemes, cette matière ayant été traitée amplement par divers Philosophes & Astronomes.

*Du Systeme de Ptolémée.*

Il ne fut pas difficile de s'appercevoir d'abord que la Lune étoit de toutes les Planetes celle qui se trouve la plus proche de la Terre. Non-seulement elle nous cache par sa rencontre, les Etoiles fixes, mais même le Soleil & toutes les Planetes. On la voit de divers lieux de la Terre, répondre en même temps à différents endroits du Ciel, & elle éclipse aux uns des Etoiles, pendant qu'elle en paroît éloignée aux autres. Ces apparences qui, par les raisons d'Optique, doivent être plus grandes, plus les objets sont près de la Terre, étant presque insensibles dans les autres Planetes, il fut aisé de conclurre que la Lune en étoit la plus proche. On considéra aussi que son mouvement étoit plus prompt que celui de tous les objets célestes, ce qui donna lieu de juger que plus le mouvement d'une Planete est lent à l'égard des autres, & plus elle est éloignée de la Terre.

Par cette raison, on plaça Mercure au-dessus de la Lune, parce que son mouvement propre parut plus prompt que celui des autres Planetes, ensuite Venus, le Soleil, Mars, Jupiter & Saturne, chacun dans une Sphere particulière. A l'égard des Etoiles fixes dont le mouvement est fort lent, elles furent placées dans une huitième Sphere au de-là des Planetes, à une grande distance, & on donna à toutes ces Spheres un mouvement commun qui les entraînoit autour de la Terre dans l'espace de 24 heures, qu'on appella le *premier Mobile*.

Les trois Planetes qui sont au-dessous du Soleil, sçavoir, la Lune, Mercure & Venus, furent nommées *inférieures*, & les trois autres, Mars, Jupiter & Saturne, *supérieures*. La révolution du Soleil, de même que celle de la Lune, fut représentée par des Cercles excentriques à la Terre, que ces Planetes décrivirent autour de la Terre par un mouvement qui fut nommé *Périodique*.

A l'égard des autres Planetes (*Fig. 2.*) on représenta leurs révolutions par le moyen d'un Cercle excentrique à la Terre, nommé *Déferent*, sur la circonférence duquel étoit placé le centre



d'un Épicycle qui parcouroit cette circonférence par un mouvement périodique, pendant que cette Planete décrivait cet Épicycle par un mouvement beaucoup plus prompt; de sorte que le centre *A* de l'Épicycle *BHCI* de Saturne, par exemple, achevoit sa révolution sur son excentrique *ADEF*, dans l'espace de 30 années, celui de Jupiter en 12, & celui de Mars en près de 2 années, pendant que la Planete placée en *C* sur son Épicycle, parcouroit la circonférence *CIBH* de cet Épicycle dans l'espace d'une année.

Ce fut en cette manière que l'on expliqua d'abord les apparences des mouvements des Planetes, & leurs différentes distances à la Terre, par quelle raison elles paroissent aller d'abord suivant la suite des Signes avec un mouvement rapide qui se ralentissoit peu à peu, jusqu'à ce qu'il fut insensible pendant quelque temps; après quoi elles retrogradoient ou retournoient en arrière, paroissent de nouveau stationnaires, & reprenoient successivement le même cours.

A l'égard de Mercure & de Venus, on jugea que le centre de leur Épicycle étoit sur une ligne qui étant tirée du centre de la Terre, passoit aussi fort près du centre du Soleil, d'où Mercure pouvoit s'éloigner de part & d'autre, par rapport à la Terre, de près de 28 degrés, & Venus de près de 48.

On donna donc à Mercure & à Venus un mouvement apparent périodique, peu différent du mouvement apparent du Soleil, pendant que ces Planetes faisoient leurs révolutions autour de leur Épicycle, par des mouvements fort différents entr'eux.

Pour représenter les différentes distances des Planetes entr'elles, on supposa que la plus petite distance de la Planete supérieure n'excedoit que très-peu la plus grande distance de son inférieure, & ayant déterminé dans chaque Planete la proportion de sa plus petite distance à sa plus grande, qui résulloit de la composition de ses mouvements, on donna à leur Orbe toute l'épaisseur que cette composition demandoit.

Enfin, pour expliquer l'inégalité du mouvement vrai ou apparent des Planetes, Ptolemée supposa que le Soleil avoit un mouvement égal sur la circonférence d'un Cercle excentrique à la Terre, à qui il avoit donné une excentricité suffisante pour représenter toute l'inégalité apparente de son mouvement.

A l'égard



A l'égard des autres Planetes, il supposa que le mouvement du centre de l'Épicycle autour de l'excentrique ou déferent, étoit inégal, plus lent vers l'Apogée que vers le Périgée. Il le réduisoit à l'égalité, en rapportant le mouvement du centre *A* de l'Épicycle à un point *D* (*Fig. 3.*) pris dans la ligne de son Apogée, éloigné du centre *T* de la Terre, du double de l'excentricité *CT*. Car s'il avoit placé le centre *C* de l'excentrique de la Planete, aussi éloigné de la Terre que le centre *D* de son moyen mouvement, la variation de la grandeur des Épicycles vüe de la Terre, auroit été évidemment trop grande; ainsi l'excentricité *DT* du moyen mouvement étoit divisée en deux parties égales par le centre de l'excentrique.

Tel est le Systeme que l'on attribue à Ptolemée, qui peut représenter exactement les apparences, pourvû qu'on donne à Mercure & à Venus, le même excentrique qu'au Soleil, qu'on les fasse mouvoir sur des Épicycles dont le centre soit peu éloigné de celui du Soleil, & qu'à l'égard des Planetes supérieures, on les place sur des Épicycles dont les demi-diametres soient égaux à celui de la distance du Soleil à la Terre.

#### *Du Systeme de Copernic.*

Copernic (*Liv. 1. chap. 11.*) substitua au mouvement journalier du Soleil, des Planetes & des Étoiles Fixes, celui de la Terre, qu'il jugea avoir trois différentes sortes de mouvements. Le premier autour de son axe de l'Occident vers l'Orient, en décrivant le Cercle équinoctial dans le cours du jour & de la nuit. Le second, qui est le mouvement annuel du centre qui se fait autour du Soleil sur l'Écliptique, dans le même sens de l'Occident vers l'Orient. Le troisième, qu'il appelle *de déclinaison*, & qui est aussi annuel, lequel se fait contre la suite des Signes, & qui, étant combiné avec le second, est cause que l'axe de la Terre paroît toujours être dirigé au même point du Ciel, de même que s'il étoit immobile.

Ayant donc placé le Soleil fixe au centre du Monde (*Liv. 1. ch. 10.*) il disposa autour de cet Astre, toutes les Planetes, comme elles sont représentées ici (*Fig. 4.*) en commençant par Saturne, Jupiter & Mars, & laissant entre la convexité de l'Orbe de Venus, & la concavité de celui de Mars, une étendue suffisante pour y placer la Terre avec l'Orbe de la Lune, qu'il regarde comme son Satellite.



Il plaça sur la circonférence de l'excentrique de chaque Planete, le centre d'un Epicycle, auquel il attribua un mouvement synodique, pendant que la Planete parcouroit la circonférence de l'Epicycle par un mouvement périodique. Cet Epicycle avoit pour diametre, l'excentricité que Ptolemée attribuoit aux Cercles des Planetes.

Képler réduisit cette hypothese à une plus grande simplicité, car il substitua aux Excentriques & aux Epicycles que Copernic avoit attribués aux Planetes, des Ellipses qui représentent à peu près les mêmes apparences.

Il supposa donc de même que Copernic, le Soleil fixe au centre de l'Univers, & il plaça autour de cet Astre, d'abord Mercure, ensuite Venus, la Terre avec la Lune autour d'elle, Mars, Jupiter & Saturne.

Pour représenter les différentes hauteurs du Soleil sur l'horison, en différents jours de l'année, que Copernic avoit expliqué par un mouvement en déclinaison, il supposa que le mouvement de la Terre se faisoit sur l'Ecliptique, de manière que l'axe de son Equateur fut pendant le cours de l'année, dirigé à un même point du Ciel, ce qui forme les mêmes apparences. Enfin, pour ôter aux Etoiles fixes, toute sorte de mouvement, même celui qu'elles semblent parcourir autour des Poles de l'Ecliptique dans l'espace de 25000 années ou environ, il attribua à l'axe de la Terre qui passe par les Poles de l'Equateur, un mouvement très-lent autour des Poles de l'Ecliptique, de l'Orient vers l'Occident, qui s'acheve dans ce nombre d'années.

Cette hypothese est beaucoup plus simple que la précédente, & représente parfaitement toutes les apparences, pourvû que l'on suppose que les Etoiles fixes soient à une distance fort grande par rapport à celle de la Terre au Soleil. Car supposant la Terre en  $T$  sur son Orbe annuel, & une Etoile fixe en  $F$ , à telle distance que l'on jugera à propos, la Terre parcourant par son mouvement propre, l'Orbe annuel  $TIRG$  dans l'espace d'une année, se trouvera après six mois en  $R$ , éloignée du lieu où elle étoit auparavant, de tout le diametre de cet Orbe. Elle verra donc la même Etoile fixe  $F$ , suivant la direction  $RF$ , inclinée à la première direction  $TF$ , d'une quantité mesurée par l'angle  $TFR$ , qu'on nomme *Parallaxe*;



& cette Etoile paroîtra répondre à divers endroits du Ciel, qui feront moins éloignés l'un de l'autre, plus sa distance  $TF$  au Soleil sera grande, & l'angle  $TFR$  diminuëra de grandeur. Il est donc nécessaire de placer les Etoiles fixes à une distance immense, pour que cet angle soit presque insensible, & qu'on n'apperçoive point ou peu de Parallaxe, par le mouvement annuel de la Terre, dans le Systeme de Copernic.

#### *Du Systeme de Tycho-Brahé.*

Tycho-Brahé trouva la distance des Etoiles fixes au Soleil, qui résulte du Systeme de Copernic, peu vraisemblable, & supposant de même que lui, que Saturne, Jupiter, Venus & Mercure tournent autour du Soleil, il jugea devoir attribuer au Soleil, le mouvement annuel autour de la Terre, comme les Anciens.

Dans cette hypothese (*Fig. 5.*) le Soleil & la Lune tournent autour de la Terre  $T$ , supposée immobile au centre de l'Univers, pendant que chacune des cinq autres Planetes, fait sa révolution particulière autour du Soleil. Deux de ces Planetes, sçavoir, Mercure & Venus, passent pendant une partie de leurs révolutions, entre le Soleil & la Terre, & forment diverses Phases semblables à celles de la Lune, que l'on apperçoit par le secours des Lunettes.

Les cercles des trois autres Planetes supérieures, comprennent la Terre, qui se trouve située entre le cercle de Venus, & celui de Mars. Il est aisé de concevoir que ce Systeme représente les apparences, puisque le mouvement apparent de chaque Planete est composé de son mouvement propre autour du Soleil, & du mouvement général avec lequel elles sont entraînées avec le Soleil autour de la Terre.

### I I I.

#### *Des Réfractions Astronomiques.*

UN des principaux objets de l'Astronomie, étant de déterminer la situation des Corps célestes, il est nécessaire, avant toutes choses, de sçavoir discerner les causes qui, par une apparence trompeuse, nous font appercevoir les Astres dans une situation différente de celle qu'ils occupent dans le Ciel.



On sçait que la Terre est environnée d'un air grossier, qu'on nomme *Atmosphere*, dans lequel nous respirons, qui s'étend à une certaine distance dont on ne connoît pas encore bien toute l'étendue, & au de-là de laquelle on suppose une matière beaucoup plus déliée, qu'on nomme *Ether*.

C'est au travers de cette *Atmosphere* que nous regardons les *Astres* dont les rayons qui la pénètrent, s'étendent jusqu'à nos yeux.

Si ces rayons étoient dirigés au centre de la Terre, ils traverseroient perpendiculairement l'*Atmosphere*, sans se détourner de leur direction. Mais comme, à la réserve des rayons qui passent par notre *Zénit*, ceux qui viennent des *Astres* jusqu'à nous, traversent obliquement l'*Atmosphere*, en passant d'un milieu plus rare dans un milieu plus dense, ils sont obligés de se rompre ou plier, ce qui nous les fait appercevoir écartés de leur véritable situation, faisant un effet semblable à un objet qui, vû au travers de l'eau, du verre, ou de quelqu'autre corps diaphane plus dense que l'air, paroît répondre à un lieu écarté de celui où il est réellement, & où on le voit lorsque l'on a retiré le corps diaphane, au travers duquel on l'apercevoit.

L'action par laquelle les rayons de lumière qui viennent des *Astres* jusqu'à notre œil, se rompent ou se plient, s'appelle *Réfraction Astronomique*.

Pour en donner une idée sensible, Soit *ABD* (*Fig. 6.*) la surface de la Terre; *EGHL*, la circonférence extérieure de l'*Atmosphere*, ou de la matière qui cause la réfraction; *F* une *Etoile* élevée sur l'horison *AHI* du point *A*, où l'on suppose que l'Observateur est placé. Les rayons qui viennent de l'*Etoile F*, passant de l'*Ether* dans l'*Atmosphere* ou la matière réfractive, se plient au point *G*, & se rendent à notre œil en *A*, en sorte que nous appercevons cette *Etoile* suivant la direction de la ligne *AG* prolongée en *T*. L'angle *IAT* représentera donc la hauteur apparente de l'*Etoile S* que la réfraction a élevée au-dessus de sa situation véritable, de la quantité de l'angle *FGT*.

On peut déterminer les réfractions en deux manières différentes, ou par des observations immédiates des *Astres*, faites à tous les degrés de hauteur, ou bien par deux seules observations faites à deux degrés différents de hauteur, par le moyen desquelles on



trouve la hauteur de la matière qui rompt les rayons, & la réfraction qui convient à tous les autres degrés jusqu'au Zénit.

La première méthode paroît la plus naturelle, & on s'en sert ordinairement pour déterminer les réfractions des Astres lorsqu'ils sont peu élevés sur l'horison; mais on est obligé d'avoir recours à la seconde dans les plus grandes hauteurs, lorsque la différence d'un degré à l'autre n'est pas assez sensible pour être apperçûe par des observations immédiates.

*Première Méthode de déterminer les Réfractions.*

On peut employer la première méthode dans tous les lieux de la Terre; mais la plus simple & la plus exacte est celle que l'on pratique sous la Ligne Equinoctiale, en observant les différentes hauteurs des Astres qui sont à l'Equateur, ou du Soleil lorsqu'il est dans l'un de ses Equinoxes.

Il suffit pour cette observation, d'avoir un Instrument exact pour prendre les hauteurs, & une Pendule bien réglée pour sçavoir le temps qu'une Étoile ou le Soleil employe à retourner au Méridien d'un jour à l'autre.

On marquera l'heure que le Soleil ou l'Étoile est arrivé à différentes hauteurs sur l'horison, & l'on fera, comme le temps que l'Astre a employé à retourner au Méridien d'un jour à l'autre, est à l'intervalle entre l'heure de l'observation & celle de son passage par le Méridien, ainsi 360 degrés sont à la distance de cet Astre au Zénit, dont le complément est sa hauteur véritable sur l'horison. La différence entre cette hauteur & celle qui a été observée, est la quantité de la réfraction qui convient à la hauteur apparente des Astres.

Lorsqu'un Observateur est placé hors de l'Equinoctial, & que l'Astre a quelque déclinaison, il faut réduire, de même qu'on l'a marqué ci-dessus; en degrés, minutes & secondes, la différence entre l'heure de l'observation, & celle du passage de l'Étoile par le Méridien. Connoissant ensuite la hauteur du Pole du lieu où l'on observe, & la déclinaison de l'Astre, on a deux côtés d'un Triangle sphérique *ZPS* (*Fig. 7.*) dont l'arc *ZP*, distance du Pole au Zénit, mesure le complément de la hauteur du Pole de ce lieu, & l'arc *PS* est le complément de la déclinaison *ST* de cette Étoile à l'égard de l'Equinoctial *EF*; l'angle *ZPS* compris entre ces deux côtés, qui



est la différence entre l'heure de l'observation & le passage de l'Étoile par le Méridien, réduite en degrés, est aussi connu. On aura donc la valeur du troisième côté  $ZS$ , distance véritable de l'Étoile au Zénit au moment de l'observation, dont le complément  $GS$  est la hauteur véritable de l'Étoile au-dessus de l'horison  $AH$ .

La différence entre cette hauteur & celle qui a été observée, mesure la réfraction, à laquelle il faut ajouter ce qui convient à la Parallaxe, dont nous parlerons ci-après, lorsque l'Astre observé en a quelqu'une.

## E X E M P L E.

Le 1.<sup>er</sup> Mai de l'année 1738, à  $5^h 20' 0''$  du matin, on a observé à Paris la hauteur apparente du centre du Soleil au-dessus de l'horison, de  $5^d 0' 14''$ , on demande quelle doit être la réfraction qui convient à cette hauteur.

Soit  $S$  (*Fig. 7.*) le Soleil dans le temps de l'observation,  $AH$  l'Horison,  $Z$  le Zénit,  $P$  le Pole,  $PZ$  la distance du Pole au Zénit de l'Observatoire, qui est connue de  $41^d 9' 50''$ ,  $PS$  le complément de la déclinaison du Soleil, qui étoit alors de  $15^d 0' 25''$ . L'angle  $ZPS$ , compris entre les arcs  $PZ$  &  $PS$  est mesuré par l'intervalle entre le temps de l'observation & le passage du Soleil par le Méridien, qui est de  $6^h 40' 0''$ , lesquelles converties en degrés, font 100 degrés; c'est pourquoi l'on trouvera, suivant les regles de la Trigonométrie sphérique, l'arc  $ZS$  ou son complément  $GS$ , qui mesure la hauteur véritable du centre du Soleil au-dessus de l'horison de  $4^d 49' 52''$ , les retranchant de sa hauteur apparente, observée de  $5^d 0' 14''$ , reste  $10' 22''$ , auxquelles il faut ajouter la Parallaxe du Soleil, qui étoit alors de  $10''$ , & l'on aura  $10' 32''$  pour la réfraction véritable qui convient à la hauteur des Astres de  $5^d 0' 14''$  sur l'horison.

*Seconde Méthode de déterminer la Réfraction.*

La seconde méthode suppose, comme on l'a dit ci-dessus, qu'on ait déterminé par observation, la réfraction qui convient à deux différents degrés de hauteur, & qu'il y ait une surface élevée à une certaine distance au-dessus de la Terre où les rayons souffrent la réfraction.



Soit  $S$  (Fig. 6.) le Soleil ou une Étoile, dont le rayon  $SH$ , rencontrant la surface réfractive  $EGH$  en  $H$ , se rompt & vient à notre œil en  $A$ ; en sorte que  $HA$  soit perpendiculaire au demi-diamètre  $AC$  de la Terre.

Cette Étoile sera vüe suivant la ligne  $AHI$ , & l'angle  $IHS$  mesurera la réfraction horifontale que l'on a trouvée par observation, de  $32' 20''$ , de même qu'elle est marquée dans la Connoissance des Temps.

L'Étoile étant parvenuë de  $S$  en  $F$ , soit un autre rayon  $FG$ , qui rencontre en  $G$  la surface réfractive  $EGH$ , & vienne en  $A$ ; en sorte que l'angle  $HAG$  ou  $IAT$ , qui mesure la hauteur apparente de cette Étoile sur l'horifon, soit de 10 degrés. L'angle  $TGF$  mesurera la réfraction qui convient à la hauteur de 10 degrés, que l'on a trouvée par observation, de  $5' 28''$ .

Suivant la regle des réfractions que souffrent les rayons, en passant dans différents milieux, les sinus d'incidence sont toujours proportionnels aux sinus des réfractions; ainsi il s'agit de déterminer quelle doit être la hauteur  $AE$  de la surface réfractive  $EHL$  au dessus de la surface de la Terre  $ABD$ , pour que le sinus de l'angle d'incidence  $PGF$  du rayon  $FG$ , soit au sinus de l'angle  $PGT$  ou  $AGC$  de réfraction de ce même rayon, comme le sinus de l'angle d'incidence  $OHS$  du rayon  $SH$ , est au sinus de l'angle de réfraction  $OHI$  ou  $AHC$  de ce rayon; & que l'angle  $TGF$ , qui mesure la réfraction à la hauteur de 10 degrés, soit à l'angle  $IHS$ , qui mesure la réfraction horifontale, comme  $5' 28''$  à  $32' 20''$ .

Soit supposé  $AE$ , hauteur de la surface réfractive, de 2000 toises; le demi-diamètre  $AC$  de la Terre étant, suivant la Mesure de la Terre, de 3271600 toises, on aura  $CE$ ,  $CG$  &  $CH$  de 3273600 toises; & dans le Triangle rectangle  $CAH$ , dont les côtés  $CA$ ,  $CH$  sont connus, on trouvera l'angle  $CHA$  ou  $OHI$  de  $87^{\text{d}} 59' 50''$ , auquel si l'on adjoûte l'angle  $IHS$  de  $32' 20''$ , on aura l'angle  $OHS$  de  $88^{\text{d}} 32' 10''$ .

Maintenant dans le Triangle  $CAG$ , dont les côtés  $CA$ ,  $CG$  sont connus, de même que l'angle  $CAG$  de 100 degrés, qui est égal à l'angle droit  $CAH$ , plus l'angle  $HAG$  de 10 degrés, hauteur apparente de l'Astre sur l'horifon; on trouvera l'angle  $AGC$  ou  $PGT$  de  $79^{\text{d}} 48' 12''$ , & l'on fera, comme le sinus de l'angle



*CHA* de réfraction, lorsque l'Astre paroît à l'horison, que l'on a trouvé de  $87^{\text{d}} 59' 50''$  est au sinus de l'angle *OHS* d'incidence, qui est de  $88^{\text{d}} 32' 10''$ ; ainsi le sinus de l'angle *AGC* de réfraction, lorsque l'Astre est élevé de 10 degrés sur l'horison, qui est de  $79^{\text{d}} 48' 12''$ , est au sinus de l'angle *PGF* d'incidence qui lui répond, que l'on trouvera de  $79^{\text{d}} 53' 40''$ , dont retranchant l'angle *PGF* de  $79^{\text{d}} 48' 12''$ , reste l'angle *TGF* de  $5' 28''$ , qui mesure la réfraction qui convient à la hauteur de 10 degrés.

Si cette réfraction avoit été trouvée plus grande ou plus petite que celle qui avoit été déterminée par observation, il auroit été nécessaire de diminuer ou augmenter la hauteur *AE* de la surface réfractive, jusqu'à ce qu'on l'eût trouvée de la quantité requise.

La hauteur de la surface réfractive étant une fois établie, on peut trouver de la même manière, la réfraction qui convient à tous les degrés de hauteur apparente d'un Astre sur l'horison, comme lorsqu'il est en *K*; car dans le Triangle *AKC*, les côtés *CA* & *CK* étant connus, aussi-bien que l'angle *CAK*, qui est égal à la hauteur donnée plus 90 degrés, on trouve l'angle *CKA* ou *RKN*, que ce rayon fait avec la perpendiculaire, & l'on fera, comme le sinus de l'angle *CHA* de  $87^{\text{d}} 59' 50''$  est au sinus de l'angle *OHS* de  $88^{\text{d}} 32' 10''$ ; ainsi le sinus de l'angle *CKA* ou *RKN* est au sinus de l'angle *RKM*, dont retranchant l'angle *RKN*, reste l'angle *MKN*, qui mesure la réfraction qui convient à la hauteur apparente de l'Astre sur l'horison.

Suivant cette hypothese, qui représente assés exactement les Réfractions que l'on a déterminées par observation, pour les diverses hauteurs des Astres sur l'horison, la substance qui cause les Réfractions s'étend au dessus de nous à une distance beaucoup plus petite que celle qui compose l'Atmosphere, puisque l'on trouve qu'elle ne monte qu'à 2000 toises, au lieu que l'Atmosphere doit surpasser de beaucoup la hauteur des Montagnes de la Terre les plus élevées, dont il y en a plusieurs qui excèdent cette étendue.

Il est vrai que l'on a supposé dans cette recherche, que les rayons, après avoir rencontré la surface réfractive qui les détourne de leur première direction, viennent droit à notre oeil sans souffrir d'autre réfraction, au lieu qu'il y a beaucoup d'apparence, qu'en traversant l'Atmosphere, ils passent continuellement d'un milieu plus



plus rare dans un milieu plus dense, & forment une ligne courbe suivant la tangente de laquelle nous appercevons les Astres. Mais comme il seroit nécessaire, pour déterminer cette courbe, de connoître les diverses dilatations de la matière réfractive, à différentes hauteurs au dessus de la surface de la Terre, ce que l'on ignore jusqu'à présent; nous nous sommes contentés de rapporter cette Méthode simple, par le moyen de laquelle on trouve avec facilité les Réfractions, à peu-près de la même quantité que par les observations immédiates.

## I V.

*De la Parallaxe.*

**O**utre les erreurs qui sont causées dans la situation des Astres par la réfraction des rayons qui viennent à notre œil, il y en a d'autres qui viennent des différentes directions suivant lesquelles nous les appercevons.

Nous considérons dans l'Astronomie tous les mouvements des Cieux comme décrits autour du centre de la Terre, & c'est par rapport à ce centre que nous établissons la situation véritable des Astres, au lieu qu'étant placés sur la surface de la Terre, chaque Observateur les voit répondre à divers endroits du Ciel, suivant les différents lieux où il se trouve, & les différentes élévations de ces Astres sur l'horison.

La différence d'apparence entre la situation d'un Astre considéré du centre de la Terre, & celle où on l'aperçoit de quelqu'endroit de sa surface, s'appelle *Parallaxe*.

Pour en donner une idée sensible, Soit  $C$  (*Fig. 8.*) le centre de la Terre,  $ABD$  sa circonférence,  $A$  le lieu de la surface de la Terre où est placé l'Observateur, qui a pour Zénit le point  $Z$ ,  $ZIH$  le Cercle sur lequel l'Astre est situé,  $PONM$  un autre Cercle qu'on suppose à une distance infinie.

Lorsqu'une Étoile se trouvera à l'horison en  $H$ , sa distance apparente au point  $Z$  du Zénit sera mesurée par l'angle  $HAZ$ ; qui est de 90 degrés, & sa distance véritable par l'angle  $HCZ$ . La différence est l'angle  $AHC$ , qui mesure la Parallaxe horizontale de cette Étoile lorsqu'elle paroît à l'horison.



L'Etoile étant parvenue par son mouvement apparent de  $H$  en  $I$ , l'angle  $ZCI$  mesure sa distance véritable au Zénit, & l'angle  $ZAI$  sa distance apparente. La différence est l'angle  $AIC$ , qui mesure la parallaxe de l'Etoile, qui convient à sa hauteur apparente  $HAI$  sur l'horison.

L'angle  $AHC$  ou  $AIC$  de la parallaxe d'une Etoile, à une hauteur donnée, étant connu, on déterminera la distance  $CH$  ou  $CI$  de cette Etoile au centre  $C$  de la Terre, par rapport à son demi-diametre  $AC$ . Car dans les Triangles  $HAC$  &  $IAC$ , les angles  $AHC$  &  $AIC$  étant donnés, de même que les angles  $CAH$ , &  $CAI$ , qui mesurent la hauteur apparente de l'Etoile sur l'horison, & le diametre  $CA$  de la Terre étant connu, on trouvera par la Trigonométrie, la distance  $CH$  ou  $CI$  de l'Etoile au centre de la Terre.

La distance  $CH$  ou  $CI$  de l'Etoile au centre de la Terre étant connue, on trouvera réciproquement sa parallaxe; car dans les mêmes Triangles  $HAC$  &  $IAC$ , le demi-diametre  $CA$  de la Terre étant connu, de même que le côté  $CH$  ou  $CI$ , & les angles  $CAH$ ,  $CAI$ , l'on trouvera la valeur des angles  $AHC$ ,  $AIC$ , qui mesurent la parallaxe qui convient à la distance donnée de l'Etoile au Zénit.

On remarquera ici que l'Etoile étant en  $H$ , paroît à un Observateur placé en  $A$  sur la surface de la Terre, répondre au point  $M$  du Firmament au dessous du point  $N$  où elle seroit vûë du centre  $C$  de la Terre, & que la même Etoile étant parvenue en  $I$ , paroît répondre au point  $O$  au dessous du point  $P$  où on l'apercevrait du centre de la Terre; d'où il suit que la Parallaxe fait paroître tous les Astres au dessous de leur véritable situation, ce qui est contraire à l'effet de la Réfraction qui les fait paroître plus élevés qu'ils ne sont réellement.

On voit aussi que plus une Etoile est éloignée du centre de la Terre, & plus sa parallaxe est petite, puisque l'angle  $AHC$  ou  $AIC$  diminuë de grandeur, à proportion que les côtés  $CH$  ou  $CI$  sont plus grands par rapport au demi-diametre de la Terre  $AC$ .

On remarquera enfin que la parallaxe d'une même Etoile est la plus grande qui soit possible à l'horison, & qu'elle diminuë ensuite continuellement dans les différentes hauteurs sur l'horison, suivant la proportion des sinus du complément de sa hauteur



apparente. Car dans le Triangle rectangle  $HAC$ , le sinus de l'angle  $CAH$  ou  $ZAH$  de 90 degrés, est au sinus de l'angle  $AHC$  qui mesure la parallaxe horizontale, comme  $HC$  est à  $AC$ . Mais le sinus de l'angle  $CAI$  est au sinus de l'angle  $AIC$ , comme  $IC$  ou  $HC$  est à  $AC$ : Donc le sinus de l'angle  $CAH$  est au sinus de l'angle  $CAI$ , complément de la hauteur apparente de l'Étoile lorsqu'elle est en  $I$ , comme le sinus de l'angle  $AHC$  au sinus de l'angle  $AIC$ ; d'où il suit que le sinus de l'angle  $CAH$  de 90 degrés étant le plus grand de tous les sinus, la parallaxe horizontale  $AHC$  qui lui répond, est la plus grande qui soit possible.

On aura de même, le sinus de l'angle  $AKC$ , parallaxe de l'Étoile lorsqu'elle est en  $K$ , est au sinus de l'angle  $CAK$ , ou son supplément  $ZAK$ , qui mesure sa distance au Zénit, comme  $AC$  est à  $CK$ . Mais le sinus de l'angle  $AIC$ , parallaxe de l'Étoile lorsqu'elle est en  $I$ , est au sinus de l'angle  $CAI$ , ou de son supplément  $ZAI$ , qui mesure sa distance au Zénit, comme  $AC$  est à  $CI$  ou  $CK$ , qui lui est égal: Donc le sinus de la parallaxe de l'Étoile lorsqu'elle est en  $K$ , est au sinus de sa parallaxe lorsqu'elle est en  $I$ , comme le sinus de l'angle  $ZAK$ , complément de sa hauteur apparente lorsqu'elle est en  $K$ , est au sinus de l'angle  $ZAI$ , complément de sa hauteur apparente lorsqu'elle est en  $I$ .

Pour déterminer la Parallaxe des Astres, on peut employer diverses Méthodes, dont nous nous contenterons de rapporter ici les deux principales.

#### *Première Méthode de déterminer la Parallaxe.*

Cette méthode demande qu'il y ait deux Observateurs placés sous un même Méridien, les plus éloignés qu'il soit possible les uns des autres, de manière cependant qu'ils puissent appercevoir sur leur horizon, l'Étoile dont on veut déterminer la parallaxe.

Chacun de ces Observateurs prendra la hauteur de cette Étoile à son passage par le Méridien, qu'il corrigera par la réfraction pour avoir sa hauteur méridienne véritable, dont le complément est sa distance au Zénit. Il déterminera aussi la hauteur du Pole du lieu où il observe, dont le complément est la distance du Pole au Zénit, & qui, étant comparée à la distance de l'Étoile au Zénit, donne la distance de l'Étoile au Pole pour le lieu de chaque



observation. La différence entre cette distance, mesure la parallaxe de cette Étoile vüe de ces deux lieux différents, d'où l'on déduira sa parallaxe horisontale, en faisant, comme la somme des sinus du complément de la distance de l'Étoile au Zénit de chacun de ces Observateurs, lorsque cette Étoile s'est trouvée de part & d'autre du Zénit, ou bien, comme la différence entre ces sinus lorsque l'Étoile s'est trouvée du même sens à l'égard du Zénit, est au sinus total; ainsi la parallaxe observée est à la parallaxe horisontale.

## E X E M P L E I.

Le 30 Mars de l'année 1738, on a observé à Paris la hauteur méridienne apparente du centre du Soleil, de  $44^{\text{d}} 58' 5''$ , dont retranchant la réfraction, qui est de  $1' 0''$ , reste sa hauteur corrigée de  $44^{\text{d}} 57' 5''$ , dont le complément  $45^{\text{d}} 2' 55''$ , mesure sa distance au Zénit. La hauteur du Pole de l'Observatoire de Paris a été déterminée de  $48^{\text{d}} 50' 10''$ , dont le complément  $41^{\text{d}} 9' 50''$  mesure la distance du Pole au Zénit, qui étant adjouëtée à  $45^{\text{d}} 2' 55''$ , donne la distance du Soleil au Pole le 30 Mars 1738, à midi, de  $86^{\text{d}} 12' 45''$ .

On suppose que le même jour on a observé dans la partie Australe de la Terre, à la distance de 30 degrés de la Ligne Équinoxiale, & sous le même Méridien que Paris, la hauteur méridienne du centre du Soleil, corrigée par la réfraction, de  $56^{\text{d}} 12' 33''$ , dont le complément  $33^{\text{d}} 47' 27''$  est sa distance au Zénit; l'adjouëtant à la hauteur de l'équateur de ce lieu, qui est de 60 degrés, on aura sa distance du Soleil au Pole méridional de la Terre, de  $93^{\text{d}} 47' 27''$ , dont le supplément à 180 degrés, mesure sa distance au Pole septentrional, que l'on trouvera de  $86^{\text{d}} 12' 33''$ . La différence entre cette distance & celle que l'on a observée à Paris, de  $86^{\text{d}} 12' 45''$ , est de 12 secondes qui mesurent la parallaxe du Soleil qui convient à la distance entre ces deux Observateurs, par le moyen de laquelle on trouvera sa parallaxe horisontale, en cette manière:

On prendra le sinus de  $45^{\text{d}} 2' 55''$ , distance du Soleil au zénit de Paris, qui est de 70770 parties, dont le rayon est 100000.

On prendra aussi le sinus de  $33^{\text{d}} 47' 27''$ , distance du Soleil au zénit du lieu qui est à la distance de 30 degrés de l'Équateur



vers le Pole Austral, qu'on trouvera de 55615 de ces mêmes parties; & l'on fera, comme 126385, somme de ces sinus, est à 100000, ainsi le sinus de la parallaxe observée de 12 secondes, est au sinus de la parallaxe horizontale, que l'on trouvera d'environ 10 secondes.

## E X E M P L E I I.

Si l'on suppose l'Observateur placé en de-çà de la Ligne, à la distance de 30 degrés vers le Pole septentrional, & que la hauteur méridienne du centre du Soleil ait été le 30 Mars 1738, de  $63^{\text{d}} 47' 18''$ , on aura sa distance au Zénit, de  $26^{\text{d}} 12' 42''$ , qui étant adjouée à la distance du Pole au Zénit, qui est de 60 degrés, donne la distance du Soleil au Pole, de  $86^{\text{d}} 12' 42''$ . La différence entre cette distance, & celle que l'on a déterminée à Paris le même jour, de  $86^{\text{d}} 12' 45''$ , est de 3 secondes.

On prendra le sinus de  $26^{\text{d}} 12' 42''$ , qui est de 44168, qu'on retranchera de 70770, sinus de  $45^{\text{d}} 2' 55''$ , distance du Soleil au zénit de Paris; & l'on fera, comme 26602, différence entre ces sinus, est à 100000; ainsi la parallaxe observée entre ces deux lieux, de 3 secondes, est à la parallaxe horizontale du Soleil, qu'on trouvera d'environ 11 secondes.

Comme dans ces Exemples, on a été obligé, pour déterminer la hauteur méridienne du Soleil, & la hauteur du Pole du lieu où l'on observe de part & d'autre, d'employer la réfraction qui, faute d'être parfaitement connue, pourroit faire paroître sa parallaxe plus grande ou plus petite qu'elle n'est effectivement; on peut, pour éviter les erreurs causées par la réfraction, observer les Planetes par rapport à une Étoile fixe voisine, qui soit à peu-près dans le même Parallele. Car comme les Étoiles fixes n'ont aucune parallaxe sensible par rapport au diametre de la Terre, & qu'elles ont la même réfraction que les Planetes lorsqu'elles sont à la même hauteur, la distance de la Planete à l'Étoile ne doit varier de part & d'autre, que d'une quantité égale à sa parallaxe.

On peut même employer dans cette recherche, des Étoiles fixes éloignées de la Planete de plusieurs degrés en ascension droite, pourvu qu'elles soient à peu-près sous le même Parallele, parce qu'étant observées sous le même Méridien, dans le même instant,



le mouvement de la Planete en déclinaison dans l'intervalle entre son passage & celui de l'Étoile par le Méridien, est égal dans ces deux lieux différents; de sorte qu'elle paroîtra de part & d'autre à distance égale de l'Étoile en déclinaison, sans autre différence que celle qui est produite par sa parallaxe.

On peut aussi déterminer la parallaxe d'une Planete, lorsque les deux Observateurs ne sont point sous un même Méridien, pourvu que l'on connoisse la différence qu'il y a entre les Méridiens des lieux où l'on observe.

Il faudra pour cet effet adjoûter à la différence de déclinaison entre cette Planete & une Étoile fixe voisine, la quantité du mouvement de la Planete en déclinaison qui convient à la différence des Méridiens, ou l'en retrancher, pour avoir sa distance à l'Étoile au temps de son passage par le Méridien d'un des lieux où l'on observe, que l'on comparera à la distance observée dans l'autre de ces lieux, pour avoir la différence qui mesure la parallaxe qui convient à la différence entre le Parallele de ces deux lieux, par le moyen de laquelle on trouvera de la manière qui a été enseignée ci-dessus, sa parallaxe horizontale.

## E X E M P L E I I I.

Le 10 Octobre de l'année 1736, deux jours avant l'Opposition de Mars avec le Soleil, qui étoit le temps le plus favorable pour déterminer la parallaxe de cette Planete, parce qu'elle se trouvoit alors plus près de la Terre que dans tout autre endroit de sa révolution à l'égard du Soleil; la différence de déclinaison entre cette Planete & une Étoile de la 5.<sup>me</sup> grandeur, qui est dans le lieu des Poissons, nommée  $\mu$  par Bayer, a été observée vers le minuit, de 9' 43", dont Mars étoit plus vers le Nord.

Le 11 Octobre à la même heure, la déclinaison de Mars à l'égard de cette Étoile, étoit de 6' 10" vers le même sens, sa différence en ascension droite étant de 4' 45", dont Mars étoit plus à l'Occident.

On suppose que cette même Planete ait été observée en Amérique le 11 Octobre à son passage par le Méridien, dans un lieu qui est 5 heures, ou 75 degrés à l'Occident de Paris sous la ligne Équinoctiale, & qu'on ait trouvé sa déclinaison à l'égard de l'Étoile, de 5' 45"  $\frac{1}{2}$ , dont Mars étoit plus vers le Nord.



Comme le lieu où l'observation a été faite en Amérique, est plus occidental que Paris, de 5 heures, pendant lesquelles le mouvement de Mars en déclinaison a été de  $44^{\circ} \frac{1}{2}$ , dont il s'est approché de l'Étoile, on les ajoutera à la distance en déclinaison observée en Amérique, de  $5' 45'' \frac{1}{2}$ , & l'on aura la déclinaison de Mars à l'égard de l'Étoile au temps de l'observation faite à Paris, de  $6' 30''$ , dont retranchant celle qui a été observée à Paris le 11 Octobre à minuit, de  $6' 10''$ , reste 20 secondes pour la parallaxe qui convient à la différence entre le Parallele des lieux où l'on fait cette observation.

La déclinaison de l'Étoile fixe étoit alors de  $4^{\text{d}} 46' 40''$ , ce qui donne sa hauteur méridienne à Paris, de  $45^{\text{d}} 56' 30''$ , & sa distance au Zénit, de  $44^{\text{d}} 3' 30''$ , dont le sinus est 65939.

Sous l'Équateur, la distance de cette Étoile au Zénit, qui est égale à sa déclinaison, étoit de  $4^{\text{d}} 46' 40''$ , dont le sinus est 8324, qu'il faut ajouter à 65939, sinus de  $44^{\text{d}} 3' 30''$ , distance de l'Étoile au zénit de Paris, parce que la distance entre le zénit de ces deux lieux, est de  $48^{\text{d}} 50' 10''$ , égale à la somme de ces angles; & l'on fera, comme 74263, somme de ces sinus, est à 100000; ainsi 20 secondes sont à la parallaxe horizontale de Mars, qu'on trouvera de 27 secondes, par le moyen de laquelle on déterminera la distance de Mars à la Terre dans le temps de l'observation; en faisant, comme le sinus de 27 secondes, est au sinus total, ainsi le demi-diametre de la Terre supposé de 1500 lieuës, est à la distance de Mars à la Terre, qu'on trouvera de 11 millions 460 mille lieuës, ou 7640 demi-diametres de la Terre.

### *Seconde Méthode de déterminer la Parallaxe.*

Comme la première méthode que nous avons proposée pour déterminer la Parallaxe des Astres, demande que deux Observateurs soient placés en différents lieux de la Terre, sous deux Paralleles fort éloignés l'un de l'autre, ce qui ne se peut rencontrer que rarement: Que d'ailleurs, à moins de comparer une Planete à une Étoile fixe qui en soit voisine, & à peu-près sur le même parallele, cette méthode est sujette aux erreurs qui proviennent de la différence des Instruments qu'on y employe, & de la quantité de réfraction qui convient aux différentes hauteurs des Astres sur l'horison,



mon Pere en propofa une autre dans le Traité de la Comete de 1680, par le moyen de laquelle un feul Observateur peut dans un même jour, déterminer avec le même Instrument, la parallaxe d'une Planete avec une affés grande précision.

Cette méthode confifte à comparer la Planete à une Etoile fixe qui lui foit voisine, en observant l'intervalle de temps entre leur paffage par un cercle de déclinaifon en diverfes heures du jour, principalement dans les temps qu'elles paffent par le Méridien & par le Cercle de 6 heures avant & après: ce que l'on peut exécuter facilement, en plaçant dans une Lunette, au foyer commun de fes deux verres, deux fils qui fe croifent à angles droits, & dirigeant cette Lunette de manière que la Planete ou l'Etoile fuive exactement par fon mouvement journalier, un de ces fils qui représente un Parallele, car alors le fil perpendiculaire répondra à un Cercle horaire, ou de déclinaifon; & marquant à la Pendule, le moment auquel l'Etoile & la Planete paffent par ce fil, on aura leur différence horaire en afcenfion droite.

Pour l'intelligence de cette méthode, foit  $EBF$  (*Fig. 9.*) le plan de l'Equinoctial de la Terre, dont le Pole eft projeté en  $P$ ,  $DTR$ , le cercle que la Planete paroît décrire par fa révolution journalière, lorsqu'elle eft fur l'Equateur, dont le demi-diametre  $PD$  mefure fa diftance au centre de la Terre.

Si l'on fuppofe un Observateur placé fur la furface de la Terre au point  $B$  fous la ligne Equinoctiale, & la Planete en  $K$  fur l'Equateur, de manière que l'angle  $TBK$  foit de 90 degrés, tel qu'il eft 6 heures ou environ avant & après fon paffage par le Méridien; tirant des points  $P$  &  $B$  au point  $K$ , les lignes  $PK$ ,  $BK$ , l'angle  $TPK$  mefurera fa diftance au Méridien par rapport au centre de la Terre, l'angle  $TBK$  fa diftance apparente, & l'angle  $BKP$ , différence entre ces angles, mefurera la plus grande parallaxe en afcenfion droite, qui, dans ce cas où la Planete eft à l'horifon 6 heures avant & après fon paffage par le Méridien, fera égale à fa parallaxe horizontale. Cette parallaxe eft, comme on l'a démontré ci-deffus, la plus grande qui foit poffible, elle diminuë enfuite à mefure que la Planete s'éloigne des points  $D$  &  $R$ , & cefte entièrement à fon paffage par le Méridien en  $T$ , où elle eft vûë dans la direction de la ligne  $PAT$ , qui paffe par le centre  $P$  de la Terre.

Si donc



Si donc l'on a observé une Planete en  $T$ , à son passage par le Méridien, en même temps qu'une Étoile fixe qui est dans la même direction, mais à une distance presque infinie; six heures ou environ après, cette Planete (faisant abstraction de son mouvement propre) sera parvenue en  $K$ , en même temps que l'Étoile fixe est arrivée en  $Z$  dans la direction de la ligne  $PKZ$ , menée du centre  $P$  de la Terre à la Planete. Tirant du point  $B$  à l'Étoile fixe, la ligne  $BZ$ , qui, à cause de la distance presque infinie de cette Étoile par rapport à  $BP$ , peut être regardée comme parallèle à  $PK$ ; l'Observateur la verra suivant la direction de la ligne  $BZ$ , éloignée de la Planete qui est en  $K$ , de toute la quantité de l'angle  $KBZ$ , qui, à cause des lignes  $PK$ ,  $BZ$ , censées parallèles, est égal à l'angle  $BKP$  de la plus grande parallaxe en ascension droite. Si donc l'on dirige une Lunette garnie de fils qui se croisent à angles droits au foyer commun des deux verres, de manière que le fil perpendiculaire à la route que l'Étoile paroît décrire par sa révolution journalière, soit dans la direction de la ligne  $BZ$ ; le passage de la Planete  $K$  par ce fil, paroîtra précéder celui de l'Étoile qui est en  $Z$ , d'une quantité qui, étant convertie en degrés, à raison de 360 degrés pour le temps que l'Étoile a employé à retourner au Méridien d'un jour à l'autre, donnera la valeur de l'angle  $KBZ$  ou  $BKP$ , qui lui est égal & mesure sa plus grande parallaxe en ascension droite.

Dans les autres situations de la Planete sur le cercle  $DTR$ , comme en  $Y$ , sa parallaxe en ascension droite sera aussi représentée par l'angle  $BYP$ , qui mesure la différence entre son passage & celui de l'Étoile par le fil perpendiculaire de la Lunette que l'on y aura dirigée, convertie en degrés, de la manière qu'on l'a enseigné ci-dessus.

Connoissant par observation, la parallaxe d'une Planete, lorsqu'elle s'est trouvée en quelque lieu du cercle  $DTR$ , qu'elle décrit par sa révolution journalière, comme en  $Y$ , il faudra, pour déterminer sa plus grande parallaxe en ascension droite, convertir en degrés, l'intervalle de temps entre le passage de l'Étoile par le Méridien & par le Cercle horaire, à raison de 360 degrés pour le temps que l'Étoile a employé à retourner au Méridien d'un



jour à l'autre; & l'on fera, comme le sinus de l'angle  $TBY$ , qui mesure cet intervalle, est au sinus total; ainsi le sinus de la parallaxe  $BYP$ , que l'on a trouvée par l'observation, est au sinus de la plus grande parallaxe en ascension droite, laquelle est mesurée par l'angle  $BKP$ .

Si l'on suppose présentement, que la Planete étant sur l'Equateur, l'Observateur soit placé en  $A$  sous un Parallele quelconque, tel que  $HAI$ . Ayant mené  $AG$  perpendiculaire à  $AP$ , & tiré les lignes  $AG$ ,  $PG$ , l'angle  $AGP$  mesurera sa plus grande parallaxe en ascension droite, qui convient au Parallele de l'Observateur, & l'on aura sa parallaxe horizontale, en faisant, comme  $PA$ , sinus de la distance du Parallele de l'Observateur au Pole, est au rayon  $PB$ ; ainsi le sinus de l'angle  $AGP$ , qui mesure l'intervalle entre le passage de la Planete & de l'Etoile par le fil horaire, converti en degrés, est au sinus de l'angle  $BKP$  de la parallaxe cherchée.

Enfin, si l'on suppose que l'Observateur étant placé en  $A$  sous le Parallele  $HAI$ , la Planete ait quelque déclinaison à l'égard de l'Equateur, on prendra sur le cercle  $DTR$ , l'arc  $Dt$ , égal à la déclinaison de la Planete dans le temps de l'observation, & ayant mené  $tC$  perpendiculaire sur  $DR$ , on décrira du centre  $P$  à l'intervalle  $PC$ , le cercle  $CVL$ , qui coupera en  $L$ , la ligne horizontale  $AG$ . Il est évident que  $PC$  sera à  $PD$ , comme le sinus du complément de la déclinaison de la Planete est au sinus total; & que le cercle  $CVL$  représentera le Parallele que cette Planete paroît décrire par sa révolution journalière. Joignant  $PL$  &  $AL$ ; & menant du point  $A$  à l'Etoile  $S$ , la ligne  $AOS$ , qui, à cause de la grande distance de cette Etoile à la Terre, peut être censée parallele à  $PLS$ ; si l'on suppose la Planete en  $L$ , & l'Etoile en  $S$ , vûës du centre de la Terre dans une même direction  $PLS$ , l'Observateur placé en  $A$ , verra la Planete en  $L$ , & l'Etoile en  $O$ , suivant la direction de la ligne  $AO$ , parallele à  $PS$ , & l'arc  $LO$  de ce Parallele, qui est mesuré par l'angle  $LPO$  ou  $AOP$ , représentera la plus grande parallaxe en ascension droite, observée entre le passage de la Planete & de l'Etoile par un fil perpendiculaire de la Lunette, que l'on a placé dans la direction de la ligne  $AO$ , parallele à  $PL$ .



L'arc  $MN$  de ce même Parallele, qui est mesuré par l'angle  $MPN$  ou  $AMP$ , représentera aussi la parallaxe de la Planete en ascension droite, observée entre le passage de la Planete & de l'Étoile par un fil perpendiculaire, qui est, suivant la direction de la ligne  $AM$ , parallele à  $PN$ , par le moyen de laquelle on trouvera la parallaxe horifontale de la Planete, en faisant, comme le sinus de l'angle  $VAM$ , distance apparente de la Planete au Méridien, qui est mesurée par l'intervalle de temps entre le passage de l'Étoile par le Méridien  $AV$ , & par le Cercle de déclinaison  $AM$ , convertie en degrés, à raison de 360 degrés pour le temps que l'Étoile a employé à retourner au Méridien d'un jour à l'autre, est au sinus total; ainsi le sinus de l'angle  $AMP$ , ou de l'arc  $MN$ , qui est mesuré par l'intervalle entre le passage de la Planete & de l'Étoile par le fil horaire, converti aussi en degrés, est au sinus de l'angle  $ALP$ , qui représente la plus grande parallaxe en ascension droite qui convient au Parallele  $HAI$  de l'Observateur, lorsque la déclinaison de l'Étoile est mesurée par l'arc  $Dt$ .

Connoissant la valeur de l'angle  $ALP$ , on aura la parallaxe de la Planete réduite à un grand Cercle de la Sphere, qui est mesurée par l'angle  $AGP$ ; en faisant, comme  $PG$  ou  $PD$ , est à  $PC$  ou  $PL$ , c'est-à-dire, comme le sinus total, est au sinus du complément de la déclinaison de la Planete; ainsi le sinus de l'angle  $ALP$  de la plus grande parallaxe en ascension droite sur le Parallele de l'Étoile, est au sinus de l'angle  $AGP$  cherché.

Enfin, l'on trouvera la valeur de l'angle  $BKP$ , qui mesure la parallaxe horifontale de la Planete, en faisant, comme  $AP$  est à  $BP$ , c'est-à-dire, comme le sinus de la distance du Parallele de l'Observateur au Pole de la Terre, est au sinus total; ainsi le sinus de l'angle  $AGP$  de la parallaxe horaire qui convient au Parallele de l'Observateur, réduite à un grand Cercle de la Sphere, est au sinus de l'angle  $BKP$ , qui mesure la parallaxe horifontale cherchée.

Ces deux dernières analogies se réduisent à celle-ci: comme le sinus de la distance de l'Observateur au Pole de la Terre, est au sinus de la distance de la Planete au même Pole; ainsi le sinus de la plus grande parallaxe horaire qui résulte de l'observation, est au sinus de la plus grande parallaxe cherchée.



On peut, par le moyen de ces analogies, choisir les observations les plus favorables pour déterminer la parallaxe d'une Planete, & les lieux de la Terre où on doit l'appercevoir avec le plus d'évidence. Car puisque par la troisième,  $AP$  est à  $PB$ , comme le sinus de l'angle  $AGP$  de la parallaxe horaire, est au sinus de l'angle  $BKP$  de la parallaxe horisontale, il est évident que plus l'Observateur sera près de l'Équateur, & plus la parallaxe observée approchera de la parallaxe horisontale.

L'on voit aussi par la seconde analogie, que plus une Planete aura de déclinaison, & plus sa parallaxe horaire observée sera grande, puisque l'angle  $ALP$  augmente à mesure que  $PL$  ou  $PC$ , qui mesure le sinus du complément de la déclinaison de la Planete, diminue; de sorte qu'il y a des cas où la parallaxe horaire observée, excédera même sa parallaxe horisontale. Car la Planete décrivant, par exemple, le Parallele  $CVO$ , par rapport à l'Observateur placé en  $B$  sous la Ligne, sa plus grande parallaxe horaire sera mesurée par l'angle  $BXP$  qui est plus grand que la parallaxe horisontale  $BKP$ .

Il résulte de-là que l'endroit de la Terre où l'on doit observer avec plus d'évidence la parallaxe des Planetes, est sous l'Équateur, & que leur situation la plus favorable pour cette recherche, est lorsque leur déclinaison est la plus grande qui soit possible, parce qu'alors le cercle  $CVL$ , qui représente leur Parallele, étant plus éloigné de l'Équateur  $DTR$ , l'angle  $BXP$ , qui mesure la parallaxe horaire en ascension droite, est plus grand que dans toute autre situation.

On a jusqu'à présent considéré la parallaxe des Planetes, sans avoir égard à leur mouvement propre; mais comme, à la réserve du temps où elles sont stationnaires, elles en ont un particulier qui les fait écarter des Étoiles fixes, dans la direction desquelles elles se rencontrent, il est nécessaire d'y avoir égard dans la détermination de la parallaxe, soit en observant plusieurs jours de suite leur vrai lieu pour avoir la quantité de ce mouvement, qui répond à l'intervalle entre ces observations, soit en le calculant par les Tables Astronomiques qui, dans un intervalle de quelques heures, ne s'écartent pas sensiblement de ce qui résulte de l'observation. Prenant la différence entre le mouvement apparent de la Planete à l'égard de l'Étoile, & son mouvement vrai, le reste est ce qui



convient à la parallaxe horaire, par le moyen de laquelle on trouve la parallaxe horifontale, ainsi qu'on vient de l'enseigner.

## E X E M P L E.

Le 12 Octobre de l'année 1736, jour de l'Opposition de Mars avec le Soleil, ayant dirigé une Lunette montée sur une Machine parallaxique, de manière que l'Étoile  $\mu$ , qui est dans le lieu des Poissons, suivit exactement l'un des fils qui se croisent à angles droits au foyer commun de ces deux verres, on a observé à 6<sup>h</sup> 19' 21" du soir, l'intervalle entre le passage de cette Étoile & du centre de Mars par le fil perpendiculaire de cette Lunette, de 1' 17", dont Mars étoit plus à l'Occident, la hauteur du Pole du lieu où cette observation a été faite, étant de 49<sup>d</sup> 21'.

Le 13 Octobre à 0<sup>h</sup> 16' 35" du matin, on a observé la différence entre le passage de la même Étoile & de Mars, qui étoient alors fort près du Méridien, de 1' 37"  $\frac{1}{8}$ .<sup>e</sup>; dont retranchant 1' 17", reste 20"  $\frac{1}{8}$ .<sup>e</sup>, ou 20" 7" pour le mouvement apparent de cette Planete en ascension droite, à l'égard de cette Étoile, dans l'intervalle de 5<sup>h</sup> 57' 14".

Par les observations de Mars & de cette Étoile, qui ont été faites le 12 & le 13 Octobre, on a trouvé le mouvement de la Planete à l'égard de l'Étoile, de 1' 16"  $\frac{2}{3}$  dans l'intervalle de 24 heures. c'est pourquoi l'on fera, comme 24<sup>h</sup> 0' 0" sont à 5<sup>h</sup> 57' 14"; ainsi 1' 16"  $\frac{2}{3}$  sont à 19" 1", qui mesurent le mouvement vrai de la Planete à l'égard de l'Étoile, dans l'intervalle entre ces observations; les retranchant de son mouvement apparent, qui a été observé de 20 secondes 7 tierces dans le même intervalle de temps, on aura 1 seconde 6 tierces d'heure, ou 16 secondes & demi de degré pour la parallaxe de Mars qui résulte de l'observation.

On prendra ensuite la différence entre 6<sup>h</sup> 20' 38", passage de l'Étoile par le fil de la Lunette, & son passage par le Méridien, qui est arrivé à 0<sup>h</sup> 2' 41" après minuit; & l'on aura 5<sup>h</sup> 42' 3", qui étant converties en degrés, à raison de 360 degrés pour 23<sup>h</sup> 56' 22", temps que l'Étoile a employé à retourner au Méridien, depuis le 11 jusqu'au 12 Octobre, font 85<sup>d</sup> 44' qui mesurent l'angle  $QAV$ , dont le sinus est 99723.



On prendra aussi la différence entre  $0^h 2' 41''$ , & le passage de l'Étoile par le fil horaire, qui est arrivé à  $0^h 18' 12''$ ; & on aura  $15' 31''$ , qui étant converties en degrés, font  $3^d 53' 20''$ , qui mesurent l'angle  $VAM$ , dont le sinus est 6782; & l'on fera, comme 106505, somme des sinus des angles  $QAV$  &  $VAM$ , font à 100000, sinus de l'angle  $VAL$  de 90 degrés; ainsi le sinus de la parallaxe observée, qu'on a trouvée de 16 secondes & demi de degré, est au sinus de l'angle  $ALP$  de la plus grande parallaxe de Mars en ascension droite, qui convient au Parallele de l'Étoile, que l'on trouvera de  $15'' 30'''$ .

La déclinaison de l'Étoile  $\mu$  étoit le 12 Octobre 1736, de  $4^d 46'$ , & la hauteur du Pole du lieu où l'on a observé, de  $49^d 21'$ , dont le complément  $40^d 39'$  est la distance du Parallele de l'Observateur au Pole de la Terre; c'est pourquoi l'on fera par la regle prescrite, comme le sinus de  $40^d 39'$  est au sinus de  $85^d 14'$ , complément de la déclinaison de l'Étoile  $\mu$ ; ainsi le sinus de l'angle  $ALP$  de  $15'' 30'''$ , est au sinus de l'angle  $BKP$ , qui mesure la parallaxe horifontale de Mars cherchée, qu'on trouvera de  $23'' 42'''$ , par le moyen de laquelle on déterminera sa distance à la Terre, en faisant, comme le sinus de  $23'' 42'''$ , est au sinus total; ainsi le demi-diametre  $PB$  de la Terre, qui est de 1500 lieuës, est à la distance  $KP$  de Mars à la Terre, qu'on trouvera de 10 millions 784 mille lieuës, ou 7189 demi-diametres de la Terre.

Comme dans cette observation, Mars étoit en Opposition avec le Soleil, qui est le temps où, comme on l'a remarqué ci-dessus, cette Planete est plus près de la Terre que dans tout autre lieu de sa révolution à l'égard du Soleil, & où par conséquent sa parallaxe est la plus grande; cette observation est très-favorable pour cette recherche, & on peut l'employer pour déterminer la parallaxe du Soleil, & sa distance à la Terre, en cette manière.

On cherchera dans les Tables Astronomiques, la distance de Mars au Soleil pour le 12 Octobre de l'année 1736, que l'on trouvera de 14220 parties dont la moyenne distance de la Terre au Soleil est de 10000. On cherchera aussi pour le même temps, la distance de la Terre au Soleil, que l'on trouvera de 9965 de ces mêmes parties, & qui, étant retranchées de 14220, donnent







5

42° 30' de hauteur  
 10° 18' 12" 8  
 de haut 3° 53' 21"  
 6782. & font font  
 15 12 18 & 14 12  
 90 degrés, soit le  
 tiers de 26 secondes  
 de la plus grande  
 hauteur au Paralele

de hauteur de 21  
 degrés, de 20° 41'  
 hors de Paralele de  
 quoi l'on tira par la  
 ligne de 87 1/2  
 de hauteur de hauteur  
 27° qui incline la  
 hauteur de 23 1/2  
 distance à la Terre  
 et luit tout à fait  
 de 20 secondes  
 de la Terre.

en l'opposition avec  
 toujours si de haut  
 de tout vers le de  
 de haut et le parallèle  
 de haut pour vers  
 de haut le parallèle de

de haut la distance de  
 de haut de 996  
 de haut de la Terre  
 pour le même temps  
 de haut de 996 de  
 de haut de 996 de

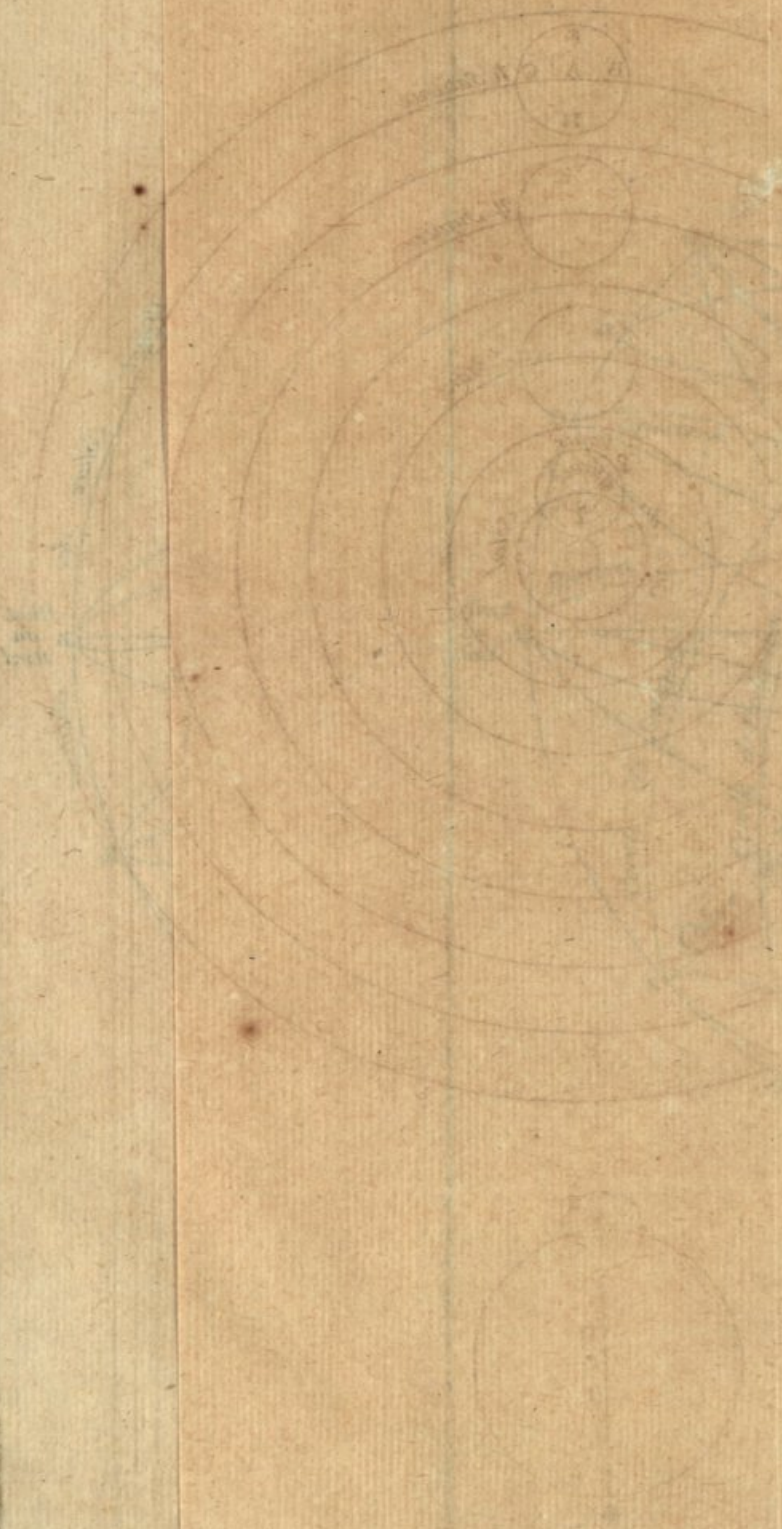






Fig. 2

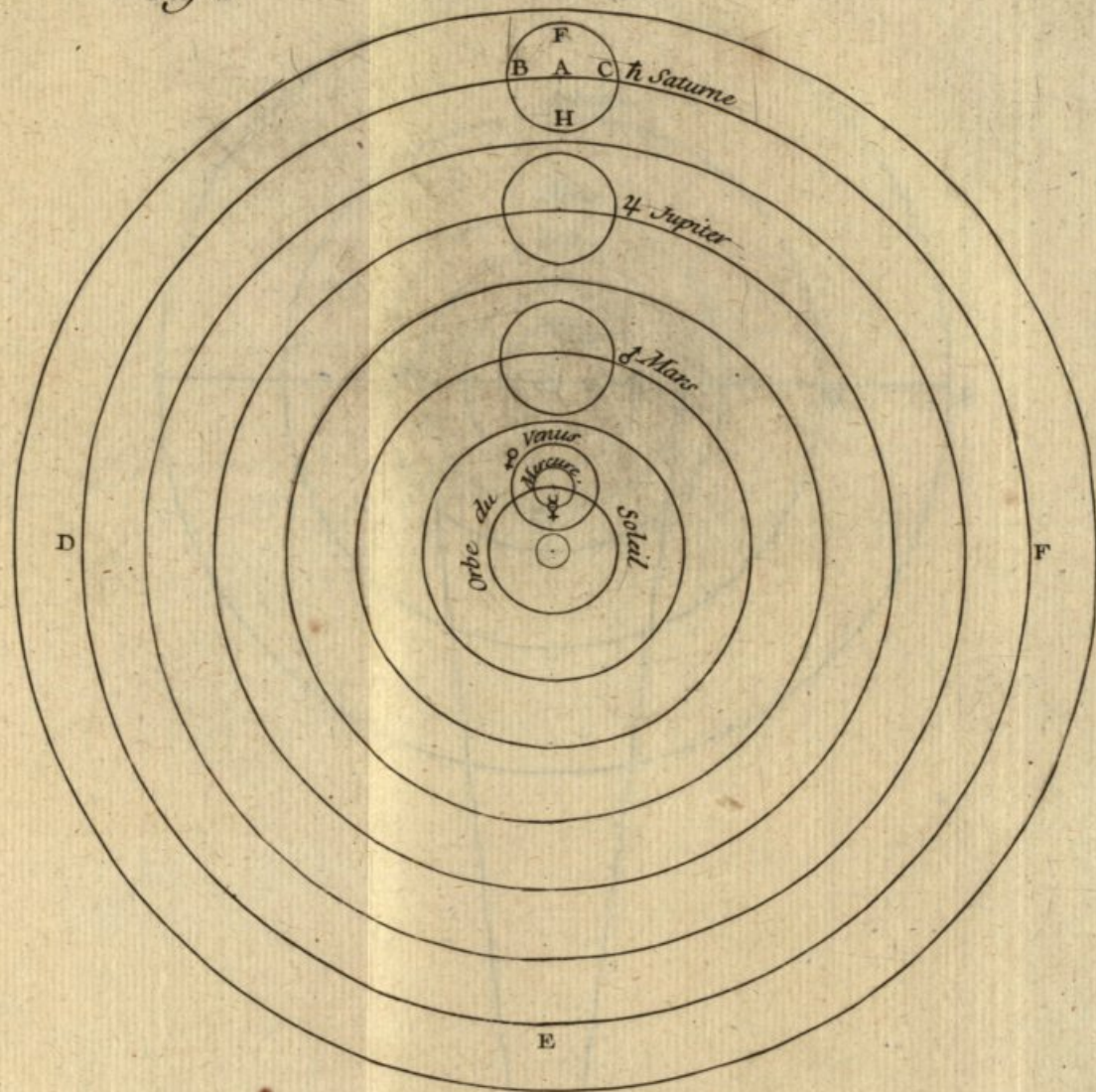
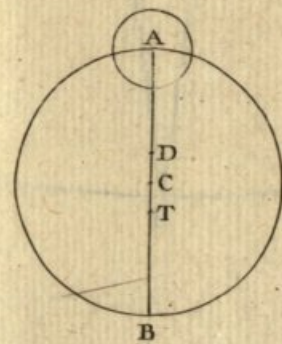


Fig. 3.













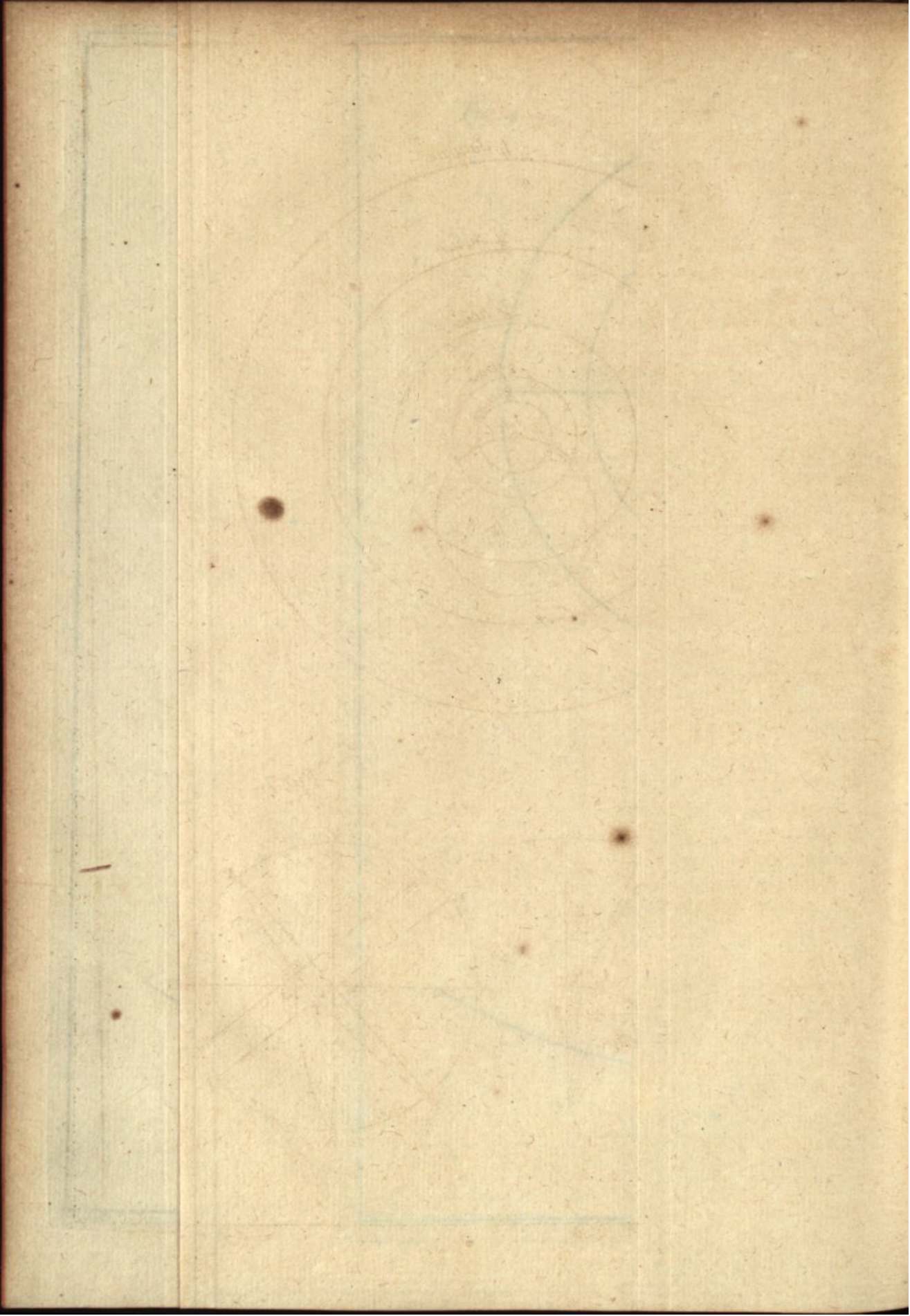




Fig. 5

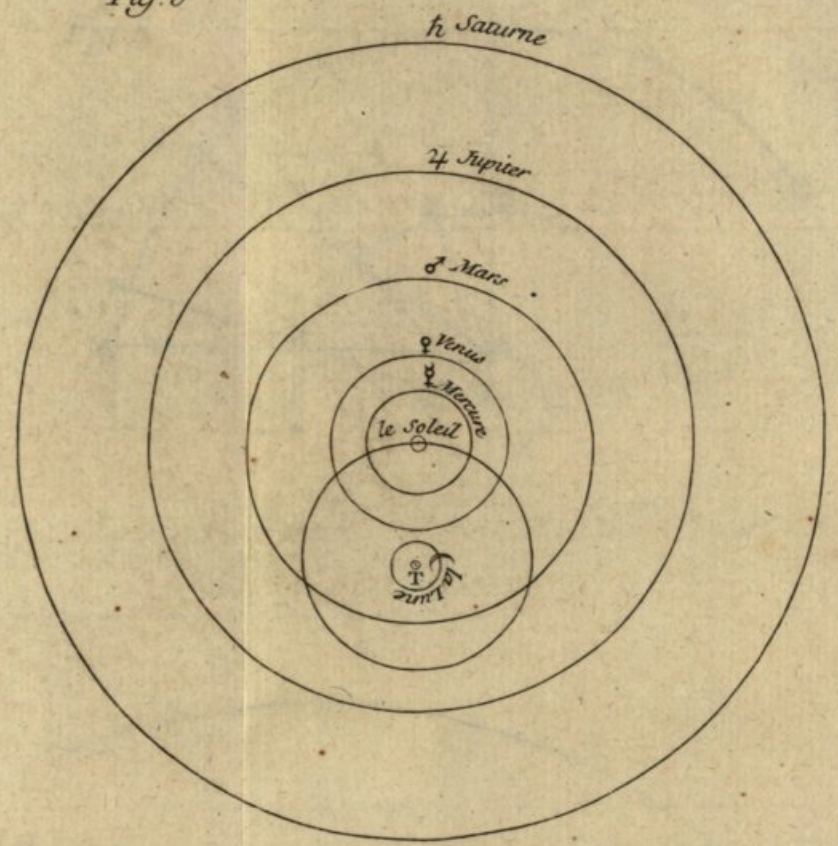


Fig. 6

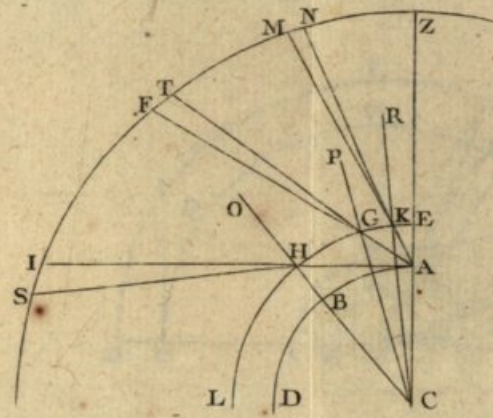


Fig. 7

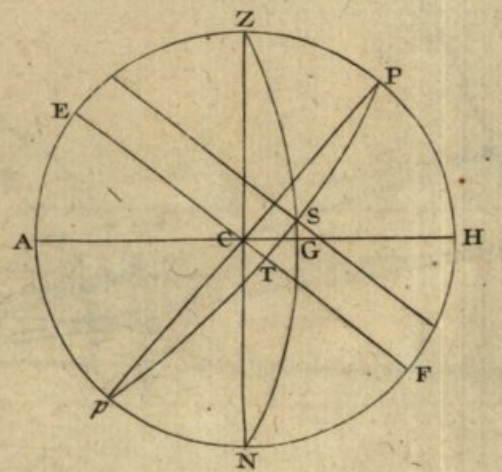




Fig. 1



Fig. 2













la distance de Mars à la Terre, de 4255 parties, qui approche fort de la véritable, parce que la latitude de Mars vûë du Soleil étoit moindre d'un degré; c'est pourquoi l'on fera, comme la distance moyenne de la Terre au Soleil, supposée de 10000, est à la distance de Mars à la Terre, qu'on a trouvée de 4255; ainsi la parallaxe horisontale de Mars, qui est de  $23'' 42'''$ , est à  $10'' 5'''$ , qui mesurent la parallaxe horisontale du Soleil lorsqu'il est dans sa moyenne distance. On fera enfin, comme  $10'' 5'''$  sont au sinus total; ainsi le demi-diametre de la Terre, qui est de 1500 lieuës, est à la distance moyenne de la Terre au Soleil, qu'on trouvera de 30 millions 675 mille lieuës, ou 20450 demi-diametres de la Terre.

On trouvera de la même manière, la Parallaxe horisontale & la distance à la Terre de toutes les Planetes dont on sçait la distance par rapport à celle de la Terre au Soleil.







LIVRE PREMIER.  
DES  
ÉTOILES FIXES.

LES Étoiles qu'on observe dans le Ciel, conservent presque toutes entr'elles la même situation, de sorte qu'on les voit après plusieurs siècles dans la même configuration les unes à l'égard des autres, qu'elles avoient auparavant, ce qui les a fait nommer *Fixes*, pour les distinguer de celles qu'on appelle *Planetes*, c'est-à-dire, errantes, parce qu'on les voit décrire par rapport aux Étoiles fixes, des mouvements dont quelques-uns paroissent fort irréguliers & en sens contraire de ceux que l'on avoit apperçûs auparavant.

Ainsi dans le dessein où nous sommes, de passer, autant qu'il sera possible, des connoissances les plus simples à celles qui sont plus composées, nous donnerons d'abord la théorie des Étoiles fixes dont les mouvements sont beaucoup moins compliqués que ceux des Planetes.

C H A P I T R E I.

*De la situation des Étoiles fixes entr'elles, & par rapport aux Cercles de la Sphere.*

POUR déterminer la situation des Étoiles fixes dans le Ciel les unes à l'égard des autres, la méthode la plus simple est de mesurer avec des Instruments divisés en degrés & minutes, leur distance apparente entr'elles, & de la rapporter sur une Sphere ou Globe céleste.

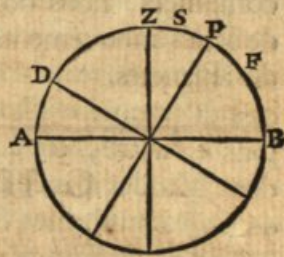
Mais comme cette méthode, qui a été employée par les anciens  
Astronomes,



Astronomes, demande qu'on observe dans le même instant, la distance entre deux objets qui sont dans un continuel mouvement, ce qui en rend la pratique difficile; nous en proposerons d'autres par le moyen desquelles on peut déterminer la situation des Étoiles fixes entr'elles, & par rapport aux Cercles de la Sphere, avec toute la précision qu'on peut desirer.

On choisira pour cet effet, les Étoiles qui sont les plus près du Pole, & qui font leurs révolutions journalières, sans être cachées sous l'horison; on observera avec un Quart-de-cercle ou un autre Instrument garni d'une Lunette, & divisé en degrés & minutes, leur hauteur méridienne  $BS$ , dans le temps qu'elles passent dans la partie supérieure du Cercle qu'elles décrivent autour du Pole, ce que l'on reconnoîtra lorsqu'ayant augmenté continuellement de hauteur, elles sont quelque temps sans paroître s'élever; après quoi on les voit se rapprocher de l'horison. On attendra ensuite le temps que la même Étoile qu'on a observée, passera dans la partie inférieure de son Cercle, ce qui doit arriver 11 heures. 58 minutes après. Si cette Étoile passe de nuit, ou est visible de jour, on observera sa hauteur méridienne  $BF$ ; autrement il faudra différer à une autre Saison, dans laquelle on puisse l'observer dans la partie inférieure de son Cercle. On corrigera pour une plus grande exactitude, chacune de ces hauteurs par la réfraction, & on prendra la différence  $SF$  entre la plus grande & la plus petite; la moitié de cette différence  $PS$  ou  $PF$ , mesure la distance de cette Étoile au Pole, l'adjoûtant à la plus petite hauteur  $BF$  de l'Étoile sur l'horison, ou la retranchant de la plus grande  $BS$ , on aura la hauteur  $PB$  du Pole sur l'horison du lieu où l'on observe, le complément de cette hauteur mesure la distance  $PZ$  du Pole au Zénit, qui est égale à la hauteur  $AD$  de l'Équateur sur l'horison, les arcs  $PZ$ ,  $AD$  étant le complément des deux arcs  $PD$ ,  $ZA$ , qui sont chacun de 90 degrés.

La hauteur de l'Équateur étant ainsi connue, on observera la hauteur méridienne des Étoiles fixes dont on veut déterminer la situation; on comparera la hauteur de ces Étoiles à celle de l'Équateur, pour avoir leur distance à ce Cercle ou leur Déclinaison,





qu'on nomme *Septentrionale* lorsque l'Etoile est située entre le Pole septentrional & l'Equateur, & *Méridionale* lorsqu'elle est entre l'Equateur & le Pole méridional.

La distance de ces Etoiles à l'Equateur étant connuë, on observera avec une Pendule à secondes, le temps qu'une d'entr'elles employe à faire sa révolution journalière autour de la Terre, en retournant au même point d'où elle étoit partie; ce que l'on peut exécuter aisément en dirigeant à l'Etoile une Lunette qui ait au foyer commun de ses verres, deux fils qui se coupent à angles droits, & observant le temps auquel cette Etoile passe par un de ces fils qui soit à peu-près perpendiculaire à la route qu'elle décrit.

On dirigera ensuite la Lunette d'un Quart-de-cercle à une Etoile, quelques heures avant son passage par le Méridien, & ayant placé exactement sur le point d'une division du limbe de cet Instrument, à une hauteur quelconque, le cheveu ou fil perpendiculaire qui passe par le centre de l'Instrument, on observera le temps que cette Etoile passera par le fil horisontal de la Lunette, le plus près du centre qu'il sera possible. On attendra ensuite le moment auquel cette Etoile, après avoir passé par le Méridien, retournera à la même hauteur: la moitié de l'intervalle entre l'heure de ces observations, étant adjoutée au temps de la première, donne l'heure du passage de cette Etoile par le Méridien. On fera le même jour, de semblables observations sur diverses Etoiles, pour avoir le temps de leur passage par le Méridien, & l'on fera, comme le temps que la première Etoile a employé à retourner au Méridien d'un jour à l'autre, est à la différence entre le temps du passage des deux Etoiles par le Méridien; ainsi 360 degrés sont au nombre de degrés, minutes & secondes compris entre les Cercles de déclinaison qui passent par les deux Etoiles, qui mesurent leur différence en ascension droite.

La déclinaison de ces Etoiles & leur différence en ascension droite étant connuës, on marquera dans la Sphere, leur situation entr'elles, & ainsi de toutes les autres Etoiles, ce qui servira à en faire la description telle qu'on la voit représentée sur les Globes célestes.

Cette méthode de déterminer la différence d'ascension droite entre les Etoiles fixes, est la plus exacte de toutes celles que l'on peut pratiquer, parce qu'elle ne demande pas qu'une Pendule soit



bien réglée, mais seulement qu'il n'y ait aucune variation sensible d'un jour à l'autre; elle n'exige pas même que l'Instrument soit divisé exactement, puisqu'il ne s'agit que de placer après le passage de l'Etoile par le Méridien, le fil perpendiculaire sur le même point de la division où il étoit avant ce passage. Mais comme cette opération demanderoit beaucoup de temps, si on vouloit l'employer pour la détermination de toutes les Etoiles, on pourra pour la faciliter, se servir d'un Instrument fixe placé sur le Méridien, avec une Lunette mobile qui tourne autour de son centre, pour la diriger aux Etoiles suivant leur différente élévation, & prendre la différence entre leur passage, qu'on réduira en degrés, minutes & secondes, ainsi qu'on l'a enseigné.

On peut, faute d'Instruments placés sur le Méridien, observer la différence d'ascension droite entre les Etoiles dont on veut déterminer la situation par le moyen d'un plan élevé perpendiculairement sur l'horison, en plaçant à quelque distance de ce plan, un fil perpendiculaire qui soit exactement dans la direction de ce plan & d'une Etoile fixe, au temps du passage de cette Etoile par le Méridien, déterminé par des hauteurs correspondantes. Bornoyant par ce fil & par le plan, les Etoiles dont on veut connoître la situation, le moment auquel elles cessent de paroître, marquera celui de leur passage par le Méridien, dont on aura par conséquent la différence en ascension droite.

On peut aussi employer pour cet effet, une Lunette mobile sur deux pivots ou tourillons placés dans une direction perpendiculaire à l'axe de la Lunette, & soutenus sur deux appuis fermes. On dirigera cette Lunette suivant le plan du Méridien, en faisant répondre le fil vertical aux deux points du Midi & du Nord, déterminés sur l'horison; ou bien en la plaçant de manière qu'une Etoile rencontre ce fil au temps de son passage par le Méridien, qu'on aura déterminé par des hauteurs correspondantes, ainsi qu'on l'a enseigné ci-dessus.

La situation des Etoiles les unes à l'égard des autres, étant déterminée à l'égard des Poles & de l'Equateur, on peut les rapporter toutes au point du Bélier ou de l'intersection de l'Equateur avec l'Ecliptique, d'où l'on commence à compter les degrés en ascension droite & en longitude, ce que l'on fera en cette manière:

On observera le jour de l'Equinoxe, & quelques jours avant



& après, la différence entre le passage du Soleil & de quelques Étoiles fixes par le Méridien, que l'on convertira en degrés, en faisant, comme le temps que l'Étoile a employé à retourner au Méridien d'un jour à l'autre, est à la différence entre son passage & celui du Soleil par le Méridien; ainsi 360 degrés sont au nombre de degrés, minutes & secondes qui mesurent la différence d'ascension droite entre cette Étoile & le Soleil pour le midi du jour de chaque observation.

On prendra en même temps la hauteur méridienne du centre du Soleil. Si cette hauteur corrigée par la réfraction, est égale à celle de l'Équateur, la différence que l'on a trouvée, mesure la distance en ascension droite de l'Étoile au point du Belier ou de l'intersection de l'Équateur avec l'Écliptique. Si elle est plus grande ou plus petite, on prendra la différence entre cette hauteur & celle de l'Équateur, & l'on fera, comme la variation de la hauteur du Soleil d'un jour à l'autre, est à cette différence; ainsi le mouvement du Soleil en ascension droite depuis le midi du jour qui précède, jusqu'au midi du jour suivant, est au nombre de degrés, minutes & secondes, qu'il faut retrancher de la différence entre l'ascension droite de l'Étoile & celle du Soleil observée le jour qui précède l'Équinoxe, lorsque l'Étoile est à l'Orient, & qu'il faut y ajouter au contraire lorsque l'Étoile est à l'Occident, & l'on aura la distance de l'Étoile au point de l'intersection de l'Équateur avec l'Écliptique.

## C H A P I T R E I I.

### *Des Constellations.*

**L**E nombre des Étoiles fixes étant trop grand pour pouvoir les discerner les unes des autres, on a été obligé de les ranger sous diverses figures ou Constellations pour se former une idée de leurs configurations entr'elles, & les reconnoître avec plus de facilité.

On a donné à ces Constellations, le nom & la figure de divers personnages célèbres dans l'Antiquité, & même de plusieurs Animaux & autres corps inanimés, que les Fables ont feint avoir été transportés de la Terre au Ciel.