

1673.



# MATHEMATIQUE.

## ASTRONOMIE.

**O**N attendoit le retour de M. Richer comme l'on eût attendu l'Arrêt d'un Juge, qui devoit prononcer sur les difficultés importantes qui partageoient les Astronomes. On peut dire que l'Astronomie étoit en suspens, lorsque M. Richer arriva de Caienne vers la fin de cette année. Les incommodités du climat ne lui avoient pas permis d'y faire un plus long séjour ; & même il en coûta la vie à celui qu'on lui avoit donné pour aide. Comme il apportoit des Observations très-exactes, faites sans relâche pendant plus d'une année, de tout ce qui avoit pû tomber sous les yeux d'un Astronome, sans compter les Observations Physiques, qui, quoique moins nombreuses, n'étoient pas moins considérables, c'étoit un Vaisseau chargé de toutes les richesses de l'Amerique, qui arrivoit à l'Académie.

Au plaisir de recevoir tant de nouvelles Observations, se joignit celui de voir qu'elles confirmoient ce qu'on avoit établi auparavant. On eût dit que M. Cassini s'étoit entendu avec les Astres. Ce qu'il avoit conjecturé devint indubitable, & ses suppositions se changerent en Principes.

Il avoit posé dans les Ephemerides Malvasiennes la distance véritable des Tropiques de  $46^{\circ} 58'$  & sur le pied du peu de parallaxe qu'il donnoit au Soleil, & de la refraction qu'il pouvoit jusqu'au Zenit, la distance  
apparente

apparente des Tropiques en Caienne devoit être de  $46^{\circ} 57' 15''$ ; par les Observations de M. Richer, elle se trouva de  $46^{\circ} 57' 4''$ , à  $\frac{1}{2}$  de minute près de ce que produiroit le calcul de M. Cassini; au-lieu que par les hypothèses de Tycho, cette même distance apparente auroit dû être de  $47^{\circ} 5' 23''$ . L'Obliquité apparente de l'Ecliptique fut donc, par les Observations de M. Richer, de  $23^{\circ} 28' 32''$ .

Le Ciel décida donc absolument pour les refractions & les parallaxes de M. Cassini. On se tint assuré que selon les Tables qu'il en a données, la refraction ne cesse qu'au Zenit, & qu'à l'horison elle peut élever le Soleil de  $32' 20''$ , & pour la parallaxe, qu'elle n'abaisse le Soleil que de  $10''$ , même à l'horison, où elle est la plus grande.

Et en appliquant ces refractions & ces parallaxes aux Observations de Caienne, on aura pour la véritable distance des Tropiques  $46^{\circ} 57' 49''$ , & pour l'obliquité véritable de l'Ecliptique,  $23^{\circ} 28' 54'' 30'''$ .

Il est facile de juger que l'on ne manqua pas à prendre par diverses méthodes la différence de longitude entre Paris & Caienne, que l'on fixa à 3. heures  $39'$ , toutes compensations faites des variations qui se trouvoient dans les observations, & dans les pratiques qu'on avoit employées. La hauteur véritable du Pole à Caienne, tirée des hauteurs solsticiales véritables, est de  $4^{\circ} 56' 17'' \frac{1}{2}$ .

La grande affaire, du moins pour la difficulté, étoit la Parallaxe de Mars; car les Parallaxes des Planettes, hormis celle de la Lune, sont si petites, que dans les Observations faites avec le plus de soin, il se peut glisser des erreurs qui leur soient égales, & même quelquefois plus grandes, de sorte qu'on n'est pas certain, si ce qu'on prend pour parallaxe, n'est pas une erreur d'observation. Cependant le voyage de Caienne donna

1673.

une méthode assez sûre, & à laquelle on se peut fier.

M. Richer en Amérique comparoit la hauteur Meridienne de Mars à l'Etoile fixe la plus proche de cette Planette. M. Cassini le même jour comparoit à Paris cette même hauteur Meridienne à la même fixe. Si Paris & Caienne aussi différens en latitude qu'ils le sont, eussent été sous le même Meridien, & que Mars vû dans le même moment de l'un & de l'autre lieu, n'eût pas paru à la même distance de la fixe, il est certain qu'il faisoit parallaxe. Mais Paris & Caienne ne sont pas sous le même Meridien; & Mars dans le tems qu'il mettoit à passer du Meridien de Paris à celui de Caienne, devoit par son mouvement particulier changer de distance à l'égard de cette Etoile fixe. Pour remedier à cet inconvenient, on avoit découvert par une longue suite d'Observations quel étoit le mouvement particulier de Mars, & combien il s'approchoit ou s'éloignoit de la fixe en 24. heures, & par conséquent dans les 3. heures 39' qui sont entre Paris & Caienne. On avoit égard à ce changement de distance produit par ce mouvement particulier, & le surplus dont Mars paroissoit plus ou moins éloigné de la fixe, étoit certainement la parallaxe qu'il faisoit d'un de ces lieux à l'autre. Comme la parallaxe eût été encore plus grande, si l'Isle de Caienne eût été sous l'Equateur, & Paris sous le Pole, cette parallaxe partielle donnoit par proportion la totale.

Par le choix des Observations les plus exactes & les plus conformes entre-elles, on fixa à 15" la parallaxe que fait Mars de Paris à Caienne, & par conséquent la totale à  $25'' \frac{1}{3}$ .

Rien n'est plus agréable ni plus merveilleux dans les vérités Mathématiques, que leur extrême fécondité. 15 secondes de parallaxe découvertes dans Mars, qui sont une grandeur presque imperceptible aux yeux & aux instrumens, nous vont donner la grandeur énorme du corps du Soleil.

Les corps les plus éloignés font les moindres parallaxes, & ils les font d'autant moindres, qu'ils font plus éloignés. Il ne faudroit donc pour savoir la parallaxe du Soleil, que savoir de combien Mars, quand il fit ces 15'' de parallaxe, étoit plus proche de la terre, que ne l'est le Soleil dans sa distance moyenne. 1673.

Les proportions qu'ont entre-elles les distances des Planettes ne peuvent être connuës immédiatement par des Observations Astronomiques ; mais seulement par des conjectures Physiques & vrai-semblables. Voici celles sur lesquelles on se fonde principalement.

1. L'exemple indubitable de la Lune, & une certaine convenance presque aussi indubitable, font juger que les Astres qui se meuvent plus vite autour d'un centre, en font plus proches.

2. Quand le Soleil est plus proche de la terre, son mouvement propre paroît plus vite. On pourroit douter si cette augmentation apparente de vitesse a quelque chose de réel, ou si elle ne vient simplement que de ce que le Soleil est vû de plus près ; mais ce qui décide la question, c'est que le diamètre apparent du Soleil, qui n'augmente ou ne diminue précisément que selon le changement de distance, n'augmente ou ne diminue pas tant que le mouvement apparent ; ainsi dans la variation du mouvement apparent, il y a quelque chose de plus qu'un simple changement de distance, c'est-à-dire, qu'il y a une augmentation ou une diminution réelle de vitesse. Or comme on voit que la variation du mouvement apparent du Soleil est en raison doublée de celle de son diamètre, c'est-à-dire, de sa distance, il est clair que l'augmentation ou diminution réelle de sa vitesse, est égale à celle de sa distance. Si la terre tourne autour du Soleil, ce qui est plus vrai-semblable, c'est toujours la même chose. Ainsi la terre, en s'approchant du centre de son mouvement, augmente réellement sa vitesse en

1673. même raison qu'elle s'approche; & l'on suppose qu'il en va de même de toutes les autres Planettes, qui en différens tems se meuvent à différentes distances du centre de leur mouvement. Il est très-naturel de croire que le mouvement d'un Tourbillon va toujours en s'augmentant depuis la circonférence jusqu'au centre.

3. Pour les différentes Planettes, qui se meuvent à différentes distances du même centre, on considère celles dont les distances du centre sont les plus aisées à juger, comme Mercure & Venus, qui ne s'éloignent du Soleil que d'un certain nombre de degrés; les Satellites, ou de Jupiter, ou de Saturne, dont les différens éloignemens, à l'égard de la Planette principale, sont visibles. En comparant le nombre des révolutions que font en même-tems différentes Planettes autour du centre commun, & les distances où l'on voit que ces Planettes sont de ce centre, on trouve une certaine proportion assez constante entre ces distances & le nombre de ces révolutions. Car les deux nombres des révolutions de deux Planettes autour d'un centre commun étant posés, il se trouve que les distances de ces deux Planettes à l'égard du centre, qui sont connues aussi, sont en même raison; que si entre les deux nombres des révolutions, on avoit mis deux moyens proportionels, & que de ces quatre termes on en eût pris le premier & le troisième. On étend cette même proportion à toutes les autres Planettes, dont on ne peut pas voir les distances à l'égard du centre commun; & par ces deux nombres proportionels trouvés entre les nombres des révolutions, on conclut les distances, en supposant toujours que ce qui nous est inconnu en cette matiere, suive les mêmes règles que ce qui nous est connu.

Sur ces principes, ou plutôt sur ces conjectures vraisemblables, dont on a été obligé de se contenter, faute de principes, on a trouvé que la distance de Mars à la

Terre, lorsqu'il en est le plus proche, comme il étoit au tems des Observations précédentes, est à la distance moyenne du Soleil à la terre, comme 1 à  $2\frac{2}{3}$ . La Parallaxe totale de Mars étant de  $25''\frac{1}{3}$ , celle du Soleil fera donc de  $9''\frac{1}{2}$ .

La Parallaxe totale est l'angle que font au centre d'une Planette deux lignes, dont l'une est tirée du centre de la terre, & l'autre d'un point de sa surface; & la base de cet angle est le diamètre de la terre. Donc quand on a la Parallaxe totale d'une Planette, on fait sous quel angle seroit vû de cette Planette le demi-diamètre de la terre. Nous savons donc maintenant que le demi-diamètre de la terre vû du Soleil ne paroîtroit que de  $9''\frac{1}{2}$ . Or le demi-diamètre du Soleil dans sa moyenne distance vû de la terre paroît de  $16' 6''$ , qui font  $966''$ . Ces deux demi-diamètres apparens, & par conséquent les véritables, sont donc entre-eux comme 1. & 100. Or les sphères sont comme les cubes de leurs diamètres. Le Soleil est donc un million de fois plus gros que la terre.

Dans le triangle formé par le demi-diamètre de la terre, & par les deux lignes qui vont au centre de l'astre faire l'angle de la Parallaxe, celle de ces lignes qui part du centre de la terre, est la vraie distance de l'astre, & sa longueur est aisée à connoître par Trigonometrie, puisqu'on a l'angle de la Parallaxe, & que l'on connoît d'ailleurs la grandeur du demi-diamètre de la terre. Par là, l'on fait que la distance de Mars à la terre, lorsqu'il en est le plus proche, est de 11. ou 12. millions de lieuës, & la moyenne distance du Soleil environ de 33. millions. Il ne faut point s'étonner que dans cette matiere, l'on parle si indifféremment de quelques millions de lieuës de plus ou de moins. Une erreur de 3. secondes dans la Parallaxe de Mars, c'est-à-dire une erreur qui n'est guere plus grande que de l'épaisseur d'un cheveu, répond à 14. cens milles lieuës. Tant ces espaces sont prodigieux!

1673.

ou plutôt, tant nos idées sur l'espace sont petites ! Car pourquoi appeller prodigieux ce qui excède nos idées jusqu'à un certain point ? sont-elles la mesure de quelque chose ?

L'Eclipse de Soleil du 22. Août 1672. qui fut observée à Paris par M. Cassini, le fut aussi en Cayenne par M. Richer. A Paris le commencement arriva à 5<sup>h</sup>. 38' 37" du soir à 6<sup>h</sup>. 8' 34" les pointes ou cornes du Soleil étoient dans un même almicanarat. Cette Eclipse fut de 8. doigts.

En Cayenne M. Richer détermina le commencement de l'Eclipse à 2<sup>h</sup>. 32' 30", & la fin à 4<sup>h</sup>. 37'.

M. Cassini appliqua à ces Observations sa méthode de trouver la différence des Meridiens par les Eclipses de Soleil ; il trouva 3<sup>h</sup> 42' pour la différence entre Paris & Cayenne, à quelques minutes près de ce qui avoit été déterminé par d'autres voyes.

Au commencement du mois de Février de cette année, M. Cassini revit le cinquième Satellite de Saturne pendant 13. jours. Il le trouva éloigné du centre de Saturne de 10. diametres & demi de l'anneau, & découvrit que sa révolution autour de cette Planette, se faisoit en 80. jours. Ce Satellite a une particularité remarquable. Lorsqu'il est vers l'endroit de son cercle, où il est le plus éloigné de Saturne du côté de l'Orient, il devient invisible, environ pendant 30. jours, & dans son plus grand éloignement Occidental, on ne cesse point de le voir. Il n'est point plus éloigné de la Terre ni du Soleil dans l'une de ces situations, que dans l'autre, & même on le perd de vûë, quoiqu'il s'approche de Nous. Cette bisarrerie apparente peut venir de ce qu'il a un mouvement sur son axe, par lequel dans des tems réglés il tourne vers Nous une partie moins propre à réfléchir la lumiere, comme une grande Mer, & ensuite quelque grand continent qui renvoye mieux la clarté. Il ne faut

pas entendre par-là, ni des Mers, ni des Terres parfaitement semblables aux nôtres, ce sont seulement des parties qui ont à peu près la même différence à l'égard de la réflexion de la lumière. Du reste, la Nature est trop féconde pour tomber dans des répétitions entières.