



LES ÉLÉMENTS  
DE  
L'ASTRONOMIE  
VÉRIFIÉE  
PAR MONSIEUR CASSINI  
par le rapport de ses Tables aux Observations de  
M. Richer faites en l'Isle de Cayenne.

---

*I. De l'utilité des Observations Astronomiques faites en  
l'Isle de Cayenne.*

**D**ÉPUIS que Tycho-Brahé nous a donné ses Observations Astronomiques, & que Kepler y a joint ses spéculations & ses calculs, & que plusieurs autres ont travaillé après eux, il est certain que les Tables du mouvement des Planètes principales connues aux anciens sont incomparablement plus

exactes qu'elles n'étoient auparavant. Néanmoins cette exactitude n'est point encore parvenue à sa dernière perfection : car selon nos Observations , les Tables Rodolphines qui sont réputées les plus exactes anticipent dans les Equinoxes du Printemps de trois heures entières , & retardent presque autant dans ceux de l'Automne ; de sorte qu'elles font le temps de l'Eté entre les deux Equinoxes trop long , & celui de l'Hiver trop court de six heures , & augmentent la différence entre la durée de l'Eté & celle de l'Hiver de douze heures entières.

Une erreur aussi considérable dans les Tables du Soleil ; se répand aussi dans les Tables des autres Planetes , dont le mouvement apparent est composé du mouvement propre & de celui du Soleil , que les Coperniciens donnent à la Terre à laquelle toutes les apparences se rapportent.

Une des principales causes de ces défauts est la réfraction des rayons visuels dans la surface de l'air dont les règles n'ont pas été connues aux Auteurs des Tables Astronomiques. Tycho fut le premier qui trouva que les réfractions élèvent les Astres de plus d'un demi-degré , quand ils sont à l'Horison , qu'elles se diminuent peu à peu dans les hauteurs plus grandes ; & il crut que celles du Soleil étoient de 34 minutes dans l'Horison , & devenoient insensibles dès qu'elles arrivoient à la hauteur de 45 degrez. Celles des Etoiles fixes qu'il fait de 30 minutes dans l'Horison , finissent aussi , selon lui , à la hauteur de 20 degrez. La regle véritable des réfractions Physiques données par M. Descartes , vérifiée par une infinité d'expériences , dont la plûpart ont été faites à l'Académie dans diverses liqueurs , & appliquées par une méthode particulière aux réfractions célestes , a fait connoître que les réfractions des Astres ne cessent que dans le Zenith , quoi qu'au-dessus de 45 degrez elles n'excedent gueres la valeur d'une minute.

Mais cette réfraction au-dessus de 45 degrez , toute  
petite

petite qu'elle est, ne laisse pas d'être de grande importance, & de causer de grandes erreurs dans l'usage des Observations Astronomiques. Car premièrement elle change les hauteurs apparentes du Pole dont nous nous servons dans la plus grande partie des Observations. Elle varie les hauteurs méridiennes de l'Eté, dont les Astronomes se servent ordinairement pour l'établissement de la théorie du Soleil, parce qu'ils supposent qu'elles ne sont pas sujettes à réfraction, & ces réfractions augmentent principalement les hauteurs Solsticiales de l'Eté, d'où les Astronomes tirent ordinairement l'obliquité de l'Ecliptique, les comparant à la hauteur du Pole. Or l'obliquité de l'Ecliptique est un autre Element qui entre dans le calcul de la plûpart des Observations Astronomiques, lorsqu'on le veut réduire à l'usage. Les Observations Solsticiales corrigées par les réfractions Astronomiques, selon cette nouvelle méthode que l'Academie a commencé de pratiquer, donnoient l'obliquité de l'Ecliptique moindre de deux minutes & demie qu'elle n'avoit été établie par Tycho, ce qui cause une erreur sensible dans toutes les Tables du premier mobile, qui sont construites sur l'hypothese Tychonicienne.

Et parce que dans toutes les Observations du Soleil qu'on employe communément pour fonder les Tables, on se sert de la hauteur du Pole & de l'obliquité de l'Ecliptique; il est constant que l'une & l'autre étant mal établie à cause de leur réfraction ignorée, les Tables du Soleil ont des défauts, qui se peuvent néanmoins corriger en limitant les Observations par les réfractions.

Il y a plus de vingt ans qu'on entreprit de le faire par le moyen de la Table suivante des réfractions fondée sur les Observations & sur la théorie tirées des expériences Physiques. Par les réfractions de cette Table on a corrigé les Observations du Soleil, sur lesquelles on fonda les Tables de son mouvement, qui représentoient les autres

Observations corrigées par la même Table des réfractations, avec une justesse beaucoup plus grande que les autres.

Mais pour une plus grande preuve de leur justesse, il étoit à souhaiter qu'on eût des Observations du Soleil faites au Zenit ou fort proche, où l'on est d'accord avec les Tychoniciens qu'il n'y a point de réfraction, pour vérifier si les Observations faites en ces lieux n'étoient pas mieux représentées par ces nouvelles Tables que par les Tychoniciennes. Que si cela se trouvoit vrai, il n'y restoit plus de doute que ces nouvelles Tables du mouvement du Soleil & celle des réfractations ne fussent préférables aux Tychoniciennes, représentant mieux tant les Observations faites dans les lieux où il y a de la réfraction, que celles qui sont faites dans les lieux où il n'y en a point.

Une Observation si importante ne se pouvoit faire que dans la Zone torride proche de l'Equinoxial, où le Soleil au point de Midi passe par le Zenit deux fois l'année. Il falloit entreprendre un voyage pénible, & faire un long séjour dans un climat où les chaleurs sont insupportables. Mais dequoy n'est point capable la Nation Françoisé quand il s'agit de servir un si grand Roy? Est-il quelque entreprise impossible à un Prince comme lui, qui n'épargne rien pour sa gloire ni dans les armes ni dans les arts, & qui entretient, par une magnificence toute Royale, tant de personnes si éclairées dans les Observations Astronomiques & Physiques dans son Academie, pour rendre son Regne aussi illustre par la perfection des sciences, qu'il l'est par ses glorieux exploits?

L'Academie donc ayant considéré l'importance de cette expédition, & le moyen de l'exécuter, jugea qu'il n'y avoit point de lieu plus propre ni plus commode pour ces Observations que l'Isle de Caienne, qui est à cinq degrez de distance de l'Equinoxial vers le Pole Septentrional, sujette à la domination de sa Majesté, & fréquentée

par des navires qu'on y envoie plusieurs fois l'année.

Selon les hypothèses de tous les autres Astronomes, qui ne donnent point de réfraction au Soleil au-dessus de 45 degrés, les hauteurs méridiennes du Soleil en Caienne devoient être toujours exemptes de réfractions : car la moindre hauteur méridienne, qui est celle du Solstice d'Hyver, en cette Isle est de 61 degrés & demi. Comparant donc cette hauteur avec celle du Solstice d'Eté, on devoit selon les hypothèses communes trouver la distance des Tropiques sans être diminuée par les réfractions, ce qui n'arrive pas dans nos Climats ; & selon les Tychoniciens elle devoit paroître de plus de 47 degrés & 3 minutes, qui est leur véritable distance des Tropiques. Car la distance apparente des Tropiques en Caienne, selon les Tychoniciens, devoit être plus grande que la distance véritable, à cause de la parallaxe du Soleil qui l'abaisse & l'éloigne du Zenit dans l'un & dans l'autre Solstice. Et en Caienne, dont le Zenit est entre les deux Tropiques, leur distance est égale à la somme des deux distances Solsticiales au Zenit. Donc la distance apparente des deux Tropiques devoit être plus grande que la distance véritable par la somme des deux parallaxes Solsticiales.

Mais selon ces nouvelles hypothèses, dans les deux Solstices, la réfraction devoit élever un peu plus le Soleil que la parallaxe ne l'abaisse : c'est pourquoi la distance apparente des Tropiques devoit être un peu moindre que la distance véritable, qui, selon ces nouvelles hypothèses, n'est que de 46 degrés & 58 minutes.

Or puisque la même distance apparente des Tropiques, selon les hypothèses Tychoniciennes, se devoit trouver plus grande que 47 degrés 3 minutes ; il y avoit entre ces deux hypothèses une différence de plus de cinq minutes, qui se pouvoit décider évidemment par les Observations de Caienne.

Le seul motif d'éclaircir un point de si grande impor-

tance par des Observations aussi simples que le sont celles des hauteurs méridiennes, valoit la peine d'entreprendre ce voyage. Car sans avoir certifié l'obliquité de l'Ecliptique, qui est la moitié de la distance des Tropiques, on ne sçauroit trouver le lieu véritable du Soleil par les hauteurs méridiennes, ni la longitude & la latitude des autres Planetes & des Etoiles fixés par quelque observation que ce soit ; & par conséquent on ne pouvoit parvenir à la perfection de l'Astronomie.

Quoiqu'on eût établi la différence des Tropiques telle qu'elle a été confirmée depuis par les Observations faites en Caienne : néanmoins parce que ç'avoit été par des Observations faites dans nos Climats ; & par une méthode fort difficile, & qui étoit très-différente de celle qui avoit été établie par tous les Astronomes modernes de la célèbre école de Tycho ; il étoit raisonnable de la mettre à l'épreuve d'une méthode plus simple & plus évidente, par les Observations faites dans un lieu où elle se pût pratiquer.

Il restoit encore un doute dans l'Astronomie qu'on souhaitoit d'éclaircir par le rapport des Observations faites en des Climats fort éloignés l'un de l'autre. Comme les réfractions élevent les Planetes, & que les parallaxes les abaissent, l'effet de l'une est effacé en tout ou en partie par l'effet de l'autre, & il n'y reste de sensible que la différence. Dans le Soleil dont la réfraction est ordinairement plus grande que la parallaxe, ce qui reste de sensible, est une partie de la réfraction. Dans la Lune où la parallaxe est plus grande que la réfraction, la différence qui est sensible est une partie de la parallaxe. Or il est extrêmement difficile d'établir les réfractions & les parallaxes totales par la seule différence entre les unes & les autres, & on peut trouver diverses combinaisons de l'une & de l'autre qui fassent la même différence. On avoit proposé deux hypothèses qui dans les hauteurs méridien-

nes du Soleil faisoient à peu près le même effet dans les Climats de l'Europe ; de sorte qu'il n'y avoit pas de moyen assez certain de distinguer évidemment une hypothese de l'autre. L'une supposoit insensible la parallaxe du Soleil , ou au-dessous de 12 secondes ; & dans cette hypothese les réfractons étoient invariables par toute l'année. L'autre supposoit la parallaxe horifontale du Soleil d'une minute , comme Kepler ; & cette supposition obligeoit à varier la réfraction de toute l'année à proportion de la variation des déclinaisons du Soleil. Quoique les Observations des phases de la Lune & de la parallaxe de Mars dans les oppositions avec le Soleil favorisassent la premiere hypothese , néanmoins parce que la distance du Soleil à la Terre qui en résulroit étoit incroyable , quoiqu'on s'y fût arrêté dans l'essai des Observations publiées l'an 1656. on balançoit encore entre celle-ci & la seconde dans les Ephémérides de Malvasia de 1661. Et parce que dans les Climats aussi éloignés que sont le nôtre & celui de Caienne , la combinaison de la réfraction & de la parallaxe du Soleil & des autres Planetes est fort différente , le rapport des Observations faites en Caienne & à Paris étoit suffisant pour distinguer laquelle de ces deux hypotheses étoit la meilleure.

Nous étions à la fin de l'année 1671. & cette expérience se pouvoit faire alors non seulement par les Observations du Soleil , mais aussi par celle de Mars , qui devoit être à son perigée periodique & synodique en 1672. & par conséquent au-dessous du Soleil plus proche de la Terre que jamais : ce fut une des causes qui obligerent à presser ce voyage. Il devoit servir à d'autres Observations fort utiles à l'Astronomie & à la Géographie , lesquelles sont rapportées au commencement de la Relation de M. Richer. On y pouvoit déterminer précisément la hauteur du Pole en Caienne & la différence de son méridien à celui de Paris ; faire diverses Observations de Mercure,

*Voyez, Tom. VII,  
pag. 233.*

qui ne se voit que très-rarement dans les Climats de l'Europe, & qui se voit très-souvent en Caienne. On pouvoit encore y faire les Observations de la Lune proche du Zenit, où elle n'est point sujette à parallaxe ni à réfractations, qui se mêlent dans toutes les Observations que nous faisons en Europe. Enfin on pouvoit y déterminer la longitude & la latitude des Etoiles fixes de l'Hémisphère austral, qui ne sont pas visibles dans notre Horizon; & faire diverses Observations Physiques, comme de la diversité ou uniformité des réfractations horizontales à Paris & en Caienne, la durée des Crepuscules & la longueur des Pendules. Mais voici les Observations de la plus grande importance. On les donne corrigées, ayant ajouté dix secondes à toutes les hauteurs prises par l'octans, qui abaissoit d'autant selon les Observations que M. Richer en fit en Caienne rapportées au Chapitre second.

*I I. Les Hauteurs Solsticiales en Caienne.*

*En Esté.*

*Observations de  
Caienne, chap. 3.*

L'an 1672. le 20 de Juin, en Caienne  
la hauteur méridienne du bord Septentrional du Soleil fut de

71<sup>d</sup> 11' 50<sup>h</sup>

C'est la moindre qui fut observée en  
tout l'Esté, car le jour précédent elle  
avoit été

71 12 5

Et le jour suivant elle fut

71 12 0

Ce qui s'accorde assez bien aux Tables Astronomiques,  
qui mettent le Solstice d'Esté de l'année 1672. le 20 de  
Juin à quatre heures après midi en Caienne.

Et parce que dans le Solstice le Soleil ne varie pas plus  
d'une seconde de déclinaison pendant 5 heures, la hau-  
teur solsticiale apparente du bord Septentrional en  
Caienne fut telle qu'elle parut ce jour-là 71<sup>d</sup> 11' 50<sup>h</sup>

*Par la Table  
suivante.*

Le demi diamètre du Soleil étoit alors 15 50



La hauteur solsticiale apparente du centre du Soleil	71 <sup>d</sup>	27'	40"
Et la distance apparente au Zenit	18	32	20

*En Hyver.*

La même année 1672. le 20 de Decembre, la hauteur méridienne du bord Septentrional du Soleil	61	51	40
--	----	----	----

Qui fut la moindre observée en tout l'hyver, car le jour suivant elle fut 61 51 55

Ce qui s'accorde aussi aux Tables Astronomiques, qui donnent le Solstice le même jour 20 à 7 heures après le midi de Caienne.

A l'égard de cette différence de temps il faut ôter deux secondes.

Ainsi la hauteur apparente solsticiale du même bord reste	61 <sup>d</sup>	51'	38"
---	-----------------	-----	-----

Le demi-diametre apparent du Soleil étoit alors 16 22

Donc la hauteur apparente du centre du Soleil 61 35 16

Et la distance apparente au Zenit 28 24 44

*III. La distance apparente des Tropiques.*

La distance apparente des Tropiques en Caienne est égale à la somme des deux distances solsticiales au Zenit.

La distance solsticiale au Zenit de l'Eté a été trouvée de 18<sup>d</sup> 32' 20" *n. et*

La distance au Zenit de l'hyver a été trouvée 28 24 44 *n. et*

La somme est la distance apparente des Tropiques 46 57 4



*IV. Comparaison de cette distance des Tropiques  
à la Tychonicienne.*

Selon les hypothèses de Tycho la distance des Tropiques trouvée par cette méthode en Caienne, devoit être plus grande que la véritable. Car par ces hypothèses il n'y devoit point avoir de réfraction dans ces hauteurs méridiennes de l'un & de l'autre Solstice, n'y en ayant point, selon Tycho, dans celles qui excèdent 45 degrez, & il devoit y avoir de la parallaxe qui abaisse le Soleil dans l'un & dans l'autre Solstice, & augmente la distance apparente des Tropiques au-dessus de la véritable, que Tycho fait de

*Par la Table  
des Progymnas-  
mas*

A la hauteur de 71 <sup>d</sup> 11' dans le Solstice d'Esté la parallaxe	47 <sup>d</sup> 3' 0 <sup>u</sup>
A la hauteur de 61 <sup>d</sup> 52' dans le Solstice d'hiver	55 <sup>u</sup>
L'augmentation totale par la parallaxe devoit être	1' 28 <sup>u</sup>
La distance des Tropiques devoit donc paroître	2 23
Mais elle n'a paru que	47 <sup>d</sup> 5 23
Il y a donc un excès dans l'hypothèse de Tycho de	46 57 4
	8 17

*V. Comparaison de cette distance des Tropiques à celle qui  
avoit été établie dans les Ephémérides Malvasiennes.*

Selon les nouvelles hypothèses la distance apparente des Tropiques en Caienne devoit être moindre que la véritable, qui est de 46. 58. parce que la réfraction à ces hauteurs est plus grande que la parallaxe, & l'excès de réfraction élève le Soleil & diminue la distance des Tropiques, ce qui est déjà conforme à l'Observation.

Par la Table suivante des réfractions à la distance au Zenit de 18 degrez & demi, la réfraction est

20<sup>u</sup>

La

La parallaxe selon les dernieres corrections par la même Table	3"
Excès de la réfraction	17
A la distance au Zenit de 28 degrez & demi la réfraction	32
La parallaxe	4
Excès de la réfraction	28
Somme des deux excès	45

Telle est donc la diminution apparente de la distance des Tropiques représentée par les Tables en Caienne.

La vraie distance des Tropiques par ces Tables 46<sup>d</sup> 58' 0"

Donc la distance apparente des Tropiques par les hypothèses devoit être en Caienne 46 57 15

Par les Observations elle a été de 46 57 4 à un sixième de minute près de ce qu'on avoit déterminé.

*V I. L'Obliquité apparente de l'Ecliptique.*

Ayant divisé en deux parties égales cette distance apparente, & supposé l'Equinoxial à égale distance des deux Tropiques, l'obliquité de l'Ecliptique apparente par les Observations de Caienne a été de 23<sup>d</sup> 28' 32"

Par les nouvelles hypothèses elle devoit être 23 28 37

Il n'y a donc différence que de 5 secondes, qui est tout-à-fait insensible.

*V I I. La latitude apparente de Caienne tirée des Solstices.*

La distance apparente du Tropicque de l'Été au Zenit 18 32 20 <sup>n. 2.</sup>

Etant ôtée de l'obliquité apparente de l'Ecliptique 23 28 32 <sup>n. 6.</sup>

Laisse la distance apparente du Zenit de Caienne à l'Equinoxial 4 56 12

*Rec. de l'Ac. Tom. VIII. I*

VIII. Les véritables distances solsticiales au Zenit de Caienne.

Mais puisque nos réfractions & parallaxes s'accordent si précisément aux Observations de Caienne, nous les pouvons employer avec sûreté, pour déterminer l'obliquité de l'Ecliptique, & la hauteur du Pole, en cette manière.

En Eté.

n. 2.	La distance apparente au Zenit dans le Solstice d'Eté	18 <sup>d</sup>	32'	20 <sup>''</sup>
	Excès de la réfraction sur la parallaxe à ajouter			17
	Distance véritable	18	32	37

En Hyver.

	Distance apparente au Zenit dans le Solstice d'Hyver	28	24	44
	Excès de la réfraction sur la parallaxe à ajouter			28
	Distance véritable	28	25	12

IX. La véritable distance des Tropiques, l'obliquité de l'Ecliptique, & la latitude de Caienne.

n. 8.	La somme des distances solsticiales au Zenit est la distance véritable des Tropiques	46	57	49
	La moitié est l'obliquité véritable de l'Ecliptique	23	28	54 $\frac{1}{2}$
	Laquelle étant ôtée de la plus grande hauteur solsticiale	28	25	12
	Laisse la distance du Zenit à l'Equinoxial	4	56	17 $\frac{1}{2}$
	ou latitude de Caienne véritable.			
	Et la hauteur de l'Equinoxial véritable	85	3	42 $\frac{1}{2}$

*X. Les hauteurs Equinoxiales du bord superieur du Soleil.*

Ayant ajouté à cette hauteur de l'Equinoxial le demi-diametre du Soleil dans l'Equinoxe de Printemps				n. 92
La hauteur du bord superieur du Soleil fera de	85 <sup>d</sup>	19	50	
Le demi-diametre du Soleil dans l'Equinoxe d'Automne		16	4	
La hauteur du bord superieur du Soleil dans cet Equinoxe	85	19	46	
Et ayant ajouté quatre secondes pour l'excès de la réfraction sur la parallaxe			4	
Hauteur apparente du bord superieur dans l'Equinoxe du Printemps	85	19	54	
Hauteur apparente du bord superieur dans l'Equinoxe d'Automne	85	19	50	

*XI. L'Equinoxe de l'Automne de l'année 1672. en Caienne.*

Le 22 de Septembre de l'année 1672.				Observ. ch. 50
La hauteur du bord superieur du Soleil	85 <sup>d</sup>	12'	10"	
La hauteur Equinoxiale de ce bord en Automne doit être	85	19	50	n. 102
Difference à la hauteur Equinoxiale		7	40	
Le mouvement journalier de déclinaison dans l'Equinoxe d'Automne		23	30	
Puisque 23' 30" de déclinaison donnent		24 <sup>h</sup>	0 <sup>f</sup>	
740 donnent		7	50 <sup>f</sup>	
Et puisque la hauteur étoit déjà moindre que l'Equinoxiale, l'Equinoxe avoit précédé de		7 <sup>h</sup>	50	
Il arriva donc en Caienne le 21 de Septembre à 16 <sup>h</sup> 10 <sup>f</sup> minutes après midi.				

*XII. L'Equinoxe du Printemps de l'année 1673.  
en Caienne.*

<i>Observ. ch. 3.</i>	Le 19 de Mars la hauteur méridienne du bord supérieur du Soleil fut	85	10	25
<i>n. 10.</i>	La hauteur Equinoxiale de ce bord au Printemps	85	19	54
	Différence		9	29
	Le mouvement journalier de déclinaison est		23	40
	Puisque 23 40 de variation de déclinaison donnent			24 <sup>h</sup>
	9' 29" secondes donne		9 <sup>h</sup>	38 <sup>r</sup>
	Heures de l'Equinoxe du Printemps en Caienne après le midi du 19 de Mars, car la hauteur méridienne de ce jour étoit encore plus petite que l'Equinoxiale.			

*XIII. Intervalle du temps apparent entre l'Equinoxe d'Automne & celui du Printemps.*

<i>n. 11.</i>	Depuis le 21 de Septembre	16 <sup>h</sup>	10	
<i>n. 12.</i>	Jusqu'au 19 de Mars	9 <sup>h</sup>	38	
	Sont 178 jours	17 <sup>h</sup>	28	
	Intervalle du temps apparent entre l'Equinoxe d'Automne & celui du Printemps.			
	L'ayant ôté de la grandeur de l'année qui est de	365	5	49
	Reste l'intervalle de temps apparent entre l'Equinoxe du Printemps & celui de l'Automne	186	12	21
	Et la différence des deux intervalles	7 <sup>j</sup>	20 <sup>h</sup>	53 <sup>'</sup>
	De l'équation du temps dans l'Equinoxe du Printemps additive,			
	Et dans celui de l'Automne substraotive		7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	
	L'Equinoxe de l'Automne au temps moyen,			
	1672. 21 Septembre	16 <sup>h</sup>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	

VERIFIEZ PAR LES OBSERVATIONS. 69

L'Equinoxe du Printemps, 1673. 19. Mars	9 <sup>h</sup> 45' <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Intervalle de temps moyen entre l'Equinoxe de l'Automne & celui du Printemps	178) 17. 43
La grandeur de l'année est de	365 5 49
Entre l'Equinoxe du Printemps & celui de l'Automne,	186 12 6
Par les Ephemerides de Hecker tirées des Tables Rudolphines	186 18 36
Difference entre ces Tables & les Observations	6 30
Ce qu'il étoit important de vérifier.	

XIV. Recherche de la difference des Méridiens entre Paris & Caienne, par le rapport des Observations faites dans l'un & dans l'autre lieu.

Cette difference a été recherchée par diverses manieres, qui ne s'accordent pas si bien ensemble que celles qui ont été déterminées dans les autres Voyages après une plus longue expérience. Il suffit d'en rapporter quelques-unes. Premièrement elle a été recherchée par l'Eclipse de la Lune qui arriva le 7 de Novembre 1672.

Le commencement de cette Eclipse fut observé à Paris dans l'Observatoire Royal à 5<sup>h</sup> 15' 40" du matin.

Mais en Caienne il fut observé à 1 47 12

*Observ. ch. 6.*

La difference des Méridiens est

donc 3 28 28

Secondement la même difference a été recherchée par l'Observation de la conjonction du premier Satellite de Jupiter, qui arriva le premier d'Avril de la même année 1672.

Ce Satellite, selon l'Observation de M. Richer, toucha le bord Oriental de Jupiter à 7<sup>h</sup> 56' 44"

Il se détacha du bord Occident. à 10 36 16

Intervalle entre les deux phases 2 39 32

La moitié 1 19 46

*Lettre de M. Richer.*

Qui étant joint à la prem. phase  $7^h 56' 44''$

Donne le tems de la conjonction 7 16 30

Selon les Tables réglées aux Ob-

servations du même mois, cette

conjonction arriva à Paris à  $12 43 3$

Différence des Méridiens  $3 26 33$

Troisièmement on a cherché la différence des Méridiens par la comparaison des différentes hauteurs Méridiennes du Soleil à Paris & en Caienne vers les Equinoxes, par une méthode qui n'a point besoin de la connoissance des hauteurs du Pole, ni des réfractions, ni des parallaxes. Il est vrai qu'une seconde d'erreur en chaque Observation dans cette méthode donne une minute d'erreur dans la différence des Méridiens. C'est pourquoi elle peut bien suffire pour l'usage des Observations du Soleil, faites en Caienne; puisqu'elle est tirée des Observations du Soleil, lorsque la différence journaliere de son mouvement apparent en déclinaison étoit plus sensible que jamais; mais elle ne peut pas servir à tous les autres usages indifféremment.

Considérant la trace du mouvement apparent du Soleil l'Occident, qui résulte de la composition du mouvement universel à l'Occident, & du particulier vers l'Orient que nous prenons pour mesure des vingt-quatre heures usuelles: dans l'Equinoxe de l'Automne elle décline de l'Equinoxial vers le Midy de vingt-quatre minutes ou environ, qui est la variation journaliere de la déclinaison du Soleil, & dans l'Equinoxe du Printemps, elle décline presque autant. Vers le Septentrion la trace du mouvement journalier du Printemps décline de la trace de l'Automne par la somme des deux déclinaisons journalieres, c'est à dire de quarante-huit minutes ou environ: & dans les jours correspondans de l'Automne & du Printemps ces deux traces s'entrecoupent sur quelque Méridien; & sur les autres Méridiens elles sont éloignées l'une de l'autre



par la somme de deux déclinaisons, qui conviennent à la différence du Méridien sur lequel arrive l'interfection. Et parce qu'aux Equinoxes la déclinaison augmente à proportion des temps, cette variation de distance est proportionnelle à la différence des Méridiens ; & puis que vingt-quatre heures après l'interfection des deux traces de l'Automne & du Printemps, elles sont éloignées l'une de l'autre de quarante-huit minutes, chaque seconde de variation de cette éloignement donne une demi-heure de différence des Méridiens, ce qui est le fondement de cette méthode.

L'an 1672. le 22 Septembre, à Paris, la hauteur Méridienne

42<sup>d</sup> 10' 5"

L'an 1673. le 20 de Mars

42 1 25

La différence des hauteurs Méridiennes égale à la distance des traces

8 40

L'an 1572. le 22 de Septemb. en Caienne, la hauteur Méridienne du Soleil

85 59 10

*Observ. ch. 3.*

L'an 1673. le 20 de Mars

85 57 45

La différence égale à la distance des traces

1 25

Différence entre la distance des traces en Caienne & à Paris

7 15

Le mouvement diurne de déclinaison dans l'Equinoxe de l'Automne

23 30

Dans celui du Printemps

23 41

Somme, éloignement des traces en 24 heures

47 11

Puis donc que 47' 11" de variation donnent 24 heures, 7' 15" entre Paris & Caienne donnent 3<sup>h</sup> 42' qui est la différence des Méridiens entre Paris & Caienne, trouvée par cette méthode.

Et par diverses autres manieres, ayant examiné la différence des Méridiens, nous trouvons que les Observations varient entre 3<sup>h</sup> 27' & 3<sup>h</sup> 42'. Nous pouvons pren-

dré un milieu entre ces différences, puisque la maladie de M. Richer qui avança son retour, & la mort de M. Maurice qui arriva après le départ de M. Richer, ne permit pas de les vérifier par les immersions des Satellites de Jupiter dans son ombre, ou par leur émerison, comme il avoit été arrêté. M. Picard la prend de 3<sup>h</sup> 39'.

Voy. Tom. VII. P. 331.

Le doute de quelques minutes d'heures qui reste dans la différence des Méridiens ne fait aucun scrupule dans les hauteurs Méridiennes du Soleil qui ne varient jamais plus d'une seconde à chaque minute d'heure: ce qui n'arrive que vers les Equinoxes.

*XV. Des Ephemerides du Soleil réduites au Méridien de Caienne au temps des Observations.*

Ayant vérifié par ces Observations les fondemens de l'Astronomie, nous pouvons conférer les hauteurs du Soleil de chaque jour, & les déclinaisons qui en résultent, avec celles de nos Tables. Nous nous servirons des mêmes calculs qui furent faits par M. le Marquis Malvasie sur nos Tables pour l'an 1663. au Méridien de Bologne, le Soleil s'étant trouvé l'an 1672. au Méridien de Caienne au même lieu du Zodiaque, auquel il s'étoit trouvé l'an 1663. au Méridien de Bologne, qui est plus Orientale que Paris de 39 minutes d'heures, sans qu'il eut autre différence que de peu de secondes: & nous ajoutons ici les Tables des réfractions, & des parallaxes, du Soleil & du demi-diametre dont nous nous sommes servis dans l'usage des Observations.

Voici la verification du retour du Soleil l'an 1672. sur le Méridien de Caienne au même lieu du Zodiaque, auquel il avoit été l'an 1663. sur le Méridien de Bologne.

D'une année à l'autre le Soleil retourne au même point du Zodiaque après

	5 <sup>h</sup> 49'
En huit années Juliennes il anticipe de	1 28
Donc en neuf années il retarde de	4 21

La

La difference des Méridiens entre Bologne  
& Paris 0<sup>h</sup> 39'

La difference des Méridiens entre Paris &  
Caienne tirée des Observations suivantes du  
Soleil 3 42

Donc la difference des Méridiens entre Bologne &  
Caienne par le Soleil est de 4<sup>h</sup> 21' égale au retardement  
du Soleil après neuf années, comme si cela avoit été fait  
de concert.

On verra par le rapport des Observations suivantes  
avec les Ephemerides qui avoient été publiées dès l'année  
1662. que la difference de la déclinaison du Soleil ne  
monte pendant toute l'année qu'à peu de secondes, &  
que par conséquent on s'en peut servir préféablement  
aux autres dans les opérations d'Astronomie, de Géogra-  
phie, & dans la Navigation.

*XVI. Usage des Ephemerides pour le rapport des  
Observations aux Tables.*

Afin que l'on puisse plus aisément comparer les Obser-  
vations faites en Caienne avec les Tables, on a ajouté ici  
l'Ephemeride calculée pour l'an 1663. au Méridien de  
Bologne, qui sert pour l'an 1672. au Méridien de l'Isle <sup>n. 15.</sup>  
de Caienne, ayant réduit les jours de l'année commune  
à la bissextile, sans y faire autre changement. Il est vrai  
que le mouvement de l'Apogée du Soleil dans l'intervalle  
de neuf années, qui, selon les hypotheses modernes,  
monte à neuf minutes & quelques secondes, demanderoit  
qu'on variât de quelques secondes le mouvement appa-  
rent du Soleil. Mais ayant examiné quelle difference ré-  
sulte de cette variation dans les hauteurs Méridiennes,  
on a trouvé que vers les Equinoxes & vers les Solstices,  
elle ne monte pas à une seconde, & que dans les autres  
lieux du Zodiaque elle n'excede pas cinq secondes, qui  
sont insensibles dans les Observations; ce qui fait connoi-

tre à même temps combien il est difficile de déterminer l'Apogée du Soleil à neuf ou dix minutes près, puis que cette différence ne produit rien de sensible dans les Observations immédiates. On a donc jugé à propos de ne rien changer à cette Ephemeride, mais de la donner telle précisément qu'elle avoit été publiée l'an 1661. afin que l'employant de la maniere qu'elle avoit été construite, & la comparant aux Observations qui ont été faites ensuite en Caienne, on ait la satisfaction de voir, que nonobstant les difficultez qui s'étoient rencontrées dans la détermination des réfractions dans nos Climats, qu'il avoit fallu employer dans l'usage des Observations, qui avoient servi à construire les Tables, on avoit trouvé les regles du mouvement du Soleil si approchantes des véritables, que les mêmes Ephemerides faites pour un temps à un certain Méridien representent avec assez de justesse les Observations, après plusieurs années, sous un autre Méridien fort éloigné, & dans un Climat tout différent, la différence du temps ayant été récompensée par la différence des Meridiens.

On a conféré les déclinaisons du Soleil tirées de ces Ephemerides par le moyen de l'obliquité de l'Ecliptique qui avoit été établie de vingt-trois degrez vingt-neuf minutes, avec les déclinaisons tirées des Observations de Caienne corrigées par les réfractions & par les parallaxes de la Table & par le demi-diametre apparent du Soleil, tel qu'il est representé à chaque temps de l'année par la Table des demi-diametres qu'on a ajoutée ici, & par la hauteur du Pole de Caienne déterminée par les Observations des Solstices de 4 degrez 56' 18", & on a trouvé plus de 40 Observations des hauteurs Méridiennes du Soleil en divers mois de l'année qui s'accordent avec les Tables à 10 ou 12 secondes près.

*XVII. Dénombrement des Observations qui s'accordent mieux avec les Tables.*

Telles sont les Observations faites l'an 1672.

Le mois de Juin, les jours 9, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 29, 30.

De Juillet de la même année le 5, 14, 29.

De Septembre, le 6, 12, 13, 14, 18, 29.

Le 1. d'Octobre.

De Decembre le 11, 14, 20, 22, 23.

Et de l'an 1673.

Du mois de Janvier le 7, 10, 11, 20, 25.

De Février, le 11 & le 28.

De Mars, le 15, 16, 23, 24, 25, 27, 31.

Le premier jour d'Avril, lors que le Soleil passa par le Zenith, & le jour suivant. Ces Observations qui s'accordent si bien avec les Tables, sont à la vérité entremêlées d'autres qui ne s'y accordent pas si exactement: néanmoins la différence ne monte presque jamais à une minute, & alors les intervalles aux Observations précédentes & suivantes qui s'accordent mieux aux calculs, rendent par leur irrégularité ces Observations suspectes de quelque petite erreur; qu'il est extrêmement difficile d'éviter toujours, quelque soin qu'on y apporte.

*XVIII. Exemples du rapport des Observations aux Tables en deux hauteurs Méridiennes de suite; une du bord du Soleil supérieur Austral; l'autre du bord inférieur Boreal par l'Octans, qui abaissoit de 10 secondes.*

1672.

	<i>Le 15. Juin</i>	<i>Le 16. Juin</i>
	<i>le bord supérieur</i>	<i>le bord inférieur</i>
	<i>Austral.</i>	<i>Boreal.</i>
Hauteur du bord du Soleil	71 <sup>d</sup> 48' 50"	71 <sup>d</sup> 15' 5"
Pour la correction de l'Octans	10	10
		Kij

Hauteur corrigée	71 <sup>d</sup> 49' 0"	71 <sup>d</sup> 15' 15"
Réfraction par la Table	19	20
Parallaxe du Soleil	3	3
Excès de la Réfraction	16	17
Hauteur véritable du bord	71 48 44	71 14 58
Demi-diametre du Soleil à ôter	15 50 à ajouter	15 50
Hauteur du centre	71 32 54	71 30 48
Hauteur du Pole	4 56 18	4 56 18
Distance du Soleil au Pole	66 36 36	66 34 30
Déclinaison du Soleil	23 23 24	23 25 30

*Par l'Ephemeride..*

Le lieu du Soleil	II 25 3 59	II 26 1 12
L'obliquité de l'Ecliptique	23 29	
Déclinaison par le calcul	23 23 28	23 25 24
Par l'Observation réduite	23 23 24	23 25 30
Différence du calcul à l'Observation réduite	0 0 4	0 0 6

*XIX. Au retour du Soleil, à deux hauteurs Méridiennes, peu différentes des deux précédentes.*

	1672.	
	25. Juin.	5. Juillet.
Hauteur du Boreal inférieur	71 <sup>d</sup> 16' 30"	71 <sup>d</sup> 56' 40"
Correction de l'Octans	10	10
Hauteur corrigée	71 16 40	71 56 50
Réfraction	20	19
Parallaxe	3	3
Excès de réfraction	17	16
Hauteur véritable du bord	71 16 23	71 56 34
Demi-diametre du Soleil	15 50	15 51
Hauteur du Centre	71 32 13	72 12 25
Hauteur du Pole	4 56 18	4 56 18
Distance au Pole	66 35 55	67 16 7
Déclinaison Boreale	23 24 5	22 43 53

*Par l'Ephemeride.*

Le lieu du Soleil	♄ 4 <sup>d</sup> 23' 48" ♄ 14	7	32
L'obliquité de l'Ecliptique	23	29	
Déclinaison Boreale	23	24	11 22 43 58
Difference à l'Observation réduite	6		5

*XX. Proche du Zenith, où il n'y a point de réfraction ni de parallaxe.*

1673. le 31. de Mars.

Hauteur du bord supérieur du Soleil.	89 <sup>d</sup>	52'	10"
Correction de l'Octans			10
Hauteur du bord corrigée	89	52	20
Demi-diametre du Soleil:		16	5
Hauteur du Centre	85	36	15
Hauteur de l'Equinoxial	9	3	42
Déclinaison Boreale	5	32	33

*Par l'Ephemeride.*

Le lieu du Soleil	♃ 12	26	30
L'obliquité de l'Ecliptique	23	29	
Déclinaison Boreale	5	32	27
Difference à l'Observation réduite			5

*XXI. Proche de la plus grande distance Méridienne du Soleil au Zenith, où la réfraction est plus grande.*

1672. le 22. Décembre.

Hauteur du bord supérieur du Soleil.	61 <sup>d</sup>	52'	5"
Correction de l'Octans.			10
Hauteur corrigée.	61	52	15
Réfraction.			31
Parallaxe du Soleil.			3
Excès de réfraction			27
Hauteur véritable du bord supérieur	61	51	48

K iij

Demi-diametre du Soleil	16'	23"
Hauteur du Centre	61 <sup>d</sup>	35 25
Hauteur de l'Equinoxial	85	3 42
Déclinaison Australe	23	28 17

*Par l'Ephemeride.*

Le lieu du Soleil	71	45 48
L'obliquité de l'Ecliptique	23	29
Déclinaison Australe	23	28 17

Précisément comme par l'Observation réduite.

Dans cette dernière observation, comme aussi dans les quatre premières que nous avons calculées, la déclinaison du Soleil, selon les hypothèses de Tycho, est deux minutes & demie plus grande que par les mêmes Observations réduites; & la réduction étant faite selon les Elements de Tycho, la déclinaison de ses Tables excède quelquefois la déclinaison observée & réduite de 5. minutes, comme il paroît par l'exemple de la première de ses observations réduite comme ici.

*XXII. Exemple de la réduction des Observations à la Tychonicienne.*

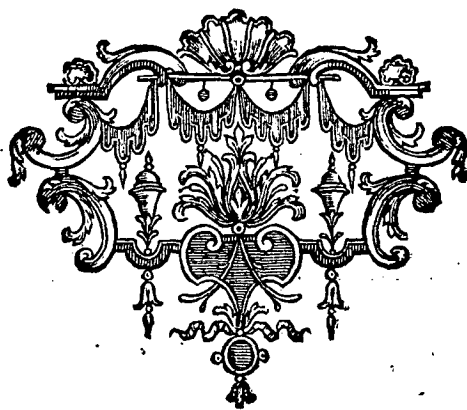
*Le 15. Juin 1672.*

Hauteur du bord supérieur Austral du Soleil corrigée	71 <sup>d</sup>	49'	0"
Parallaxe Tychonicienne sans mélange de réfraction			57.
Hauteur du bord supérieur réduite	71	49	57
Demi-diametre du Soleil selon Tycho		15	0
Hauteur du Centre réduite	71	34	57
Hauteur du Pole	4	56	18
Distance au Pole	66	38	39
Déclinaison par l'Observation réduite à la Tychonicienne	23	21	21
Les Tables de Tycho la donnent	23	26	35



Difference Thyconicienne	5' 14"
Notre difference étoit	0 4

Il paroît donc par ces exemples, que les Elemens par lesquels nous avons réduit les Observations faites en Europe pour la construction des Tables, réduisent avec la même justesse les Observations faites en Amerique proche de l'Equinoxial : de sorte qu'elles s'accordent à ce que donnent les Tables mêmes ; ce que ne font pas les Elemens dont Tycho s'est servi dans la réduction des Observations.



T A B L E S  
DES REFRACTIONS  
des Parallaxes,  
E T  
DU DEMI-DIAMETRE DU SOLEIL,  
E T  
EPHEMERIDE DU SOLEIL,  
pour l'Année 1672.

T A B L E

# T A B L E

## DES REFRACTIONS ET DES PARALLAXES du Soleil.

Dis- tance au Ze- nit.	Hau- teur.	Réfra- ction.		Paral- laxe du So- leil.	Dis- tance au Ze- nit.	Hau- teur.	Réfra- ction.		Paval- laxe du So- leil.	Dis- tance au Ze- nit.	Hau- teur.	Réfra- ction.		Paral- laxe du So- leil.
		'	"				'	"				'	"	
D	D				D	D				D	D			
0	90	0	0	0	30	60	0	34	5	60	30	1	42	8
1	89	0	1		31	59	0	35		61	29	1	46	
2	88	0	2		32	58	0	37		62	28	1	51	
3	87	0	3		33	57	0	38		63	27	1	55	
4	86	0	4		34	56	0	40		64	26	2	0	
5	85	0	5		35	55	0	41		65	25	2	6	
6	84	0	6	1	36	54	0	43	6	66	24	2	12	
7	83	0	7		37	53	0	45		67	23	2	18	
8	82	0	8		38	52	0	47		68	22	2	25	
9	81	0	9		39	51	0	49		69	21	2	31	
10	80	0	10		40	50	0	50		70	20	2	39	
11	79	0	11		41	49	0	52		71	19	2	49	9
12	78	0	12	2	42	48	0	54		72	18	3	0	
13	77	0	13		43	47	0	56		73	17	3	11	
14	76	0	14		44	46	0	58		74	16	3	24	
15	75	0	16		45	45	0	59	7	75	15	3	36	
16	74	0	17		46	44	1	1		76	14	3	54	
17	73	0	18		47	43	1	3		77	13	4	12	
18	72	0	19	3	48	42	1	5		78	12	4	32	
19	71	0	20		49	41	1	7		79	11	4	58	
20	70	0	21		50	40	1	10		80	10	5	28	
21	69	0	22		51	39	1	12		81	9	6	4	
22	68	0	24		52	38	1	15		82	8	6	47	
23	67	0	25		53	37	1	18		83	7	7	44	
24	66	0	26	4	54	36	1	20		84	6	8	55	
25	65	0	27		55	35	1	23	8	85	5	10	32	
26	64	0	28		56	34	1	27		86	4	12	48	
27	63	0	30		57	33	1	30		87	3	16	6	
28	62	0	31		58	32	1	34		88	2	21	4	
29	61	0	33		59	31	1	38		89	1	27	56	
30	60	0	34	5	60	30	1	42		90	0	32	20	10

Rec. de l'Ac. Tom. VIII.

L

TABLE DU DEMI-DIAMETRE  
du Soleil.

Mois.	Jours.	Demi-diamètre du Soleil.		Mois.	Jours.
Janvier.	0	16'	23''	Decembre.	28
	14	16	22		11
Janvier.	24	16	21	Decembre.	1
Fevrier.	1	16	20	Novembre.	22
	6	16	19		17
	10	16	18		13
	14	16	17		9
	19	16	16	Novembre.	4
	23	16	15		
Fevrier.	27	16	14	Octobre.	31
					27
Mars.	3	16	13		23
	7	16	12		19
	11	16	11		15
	14	16	10		12
	17	16	9		9
	20	16	8		6
	23	16	7	Octobre.	3
	27	16	6		
Mars.	30	16	5	Septembre.	29
					26
Avril.	4	16	4		22
	8	16	3		18
	11	16	2		15
	15	16	1		11
	19	16	0		7
	23	15	59	Septembre.	3
Avril.	28	15	58		
				Aoust.	29
May.	1	15	57		25
	5	15	56		21
	10	15	55		16
	16	15	54		10
	22	15	53	Aoust.	4
May.	30	15	52		
				Juillet.	27
Juin.	9	15	51	Juillet.	17
	28	15	50	Juin.	28

# EPHEMERIDE DU SOLEIL

1672.

AU MERIDIEN DE L'ISLE DE CAIENNE.

Fours.	Janvier.			Fours.	Fevrier.			Fours.	Mars.			Fours.	Avril.		
	D	1	11		D	1	11		D	1	11		D	1	11
1	11	11	31	1	12	43	52	0	10	56	31	0	11	41	49
2	12	12	42	2	13	44	40	1	11	56	33	1	12	40	47
3	13	13	53	3	14	45	27	2	12	56	33	2	13	39	43
4	14	15	4	4	15	46	13	3	13	56	31	3	14	38	37
5	15	16	15	5	16	46	59	4	14	56	27	4	15	37	29
6	16	17	26	6	17	47	43	5	15	56	21	5	16	36	19
7	17	18	36	7	18	48	26	6	16	56	13	6	17	35	7
8	18	19	45	8	19	49	8	7	17	56	3	7	18	33	53
9	19	20	54	9	20	49	49	8	18	55	51	8	19	32	37
10	20	22	2	10	21	50	28	9	19	55	37	9	20	31	19
11	21	23	10	11	22	51	5	10	20	55	21	10	21	29	59
12	22	24	17	12	23	51	39	11	21	55	3	11	22	28	37
13	23	25	23	13	24	52	11	12	22	54	43	12	23	27	14
14	24	26	28	14	25	52	41	13	23	54	21	13	24	25	50
15	25	27	32	15	26	53	8	14	24	53	56	14	25	24	24
16	26	28	35	16	27	53	33	15	25	53	29	15	26	22	56
17	27	29	37	17	28	53	56	16	26	52	59	16	27	21	26
18	28	30	39	18	29	54	17	17	27	52	28	17	28	19	54
19	29	31	41	19	0	54	36	18	28	51	55	18	29	18	18
20	0	32	43	20	1	54	54	19	29	51	20	19	0	16	40
21	1	33	44	21	2	55	10	20	0	50	43	20	1	15	0
22	2	34	45	22	3	55	25	21	1	50	4	21	2	13	18
23	3	35	44	23	4	55	39	22	2	49	24	22	3	11	35
24	4	36	43	24	5	55	42	23	3	48	42	23	4	9	51
25	5	37	41	25	6	56	4	24	4	47	58	24	5	8	5
26	6	38	37	26	7	56	14	25	5	47	12	25	6	6	17
27	7	39	32	27	8	56	22	26	6	46	24	26	7	4	27
28	8	40	26	28	9	56	28	27	7	45	34	27	8	2	35
29	9	41	19	29	10	56	51	28	8	44	42	28	9	0	42
30	10	42	11					29	9	43	47	29	9	58	47
31	11	43	2					30	10	42	50	30	10	56	50
								31	11	41	49				

84 ELEMENS D'ASTRONOMIE.  
EPHEMERIDE DU SOLEIL

1672.

AU MERIDIEN DE L'ISLE DE CAIENNE.

May.			Juin.			Juillet.			Août.		
Fours.	☉	♄	Fours.	☉	♄	Fours.	☉	♄	Fours.	☉	♄
0	10	56 50	0	10	44 43	0	9	21 38	0	8	57 28
1	11	54 52	1	11	42 4	1	10	18 48	1	9	54 57
2	12	52 52	2	12	39 25	2	11	16 59	2	10	52 27
3	13	50 50	3	13	36 45	3	12	13 10	3	11	49 58
4	14	48 47	4	14	34 4	4	13	10 21	4	12	47 30
5	15	46 42	5	15	31 23	5	14	4 32	5	13	45 3
6	16	44 36	6	16	28 42	6	15	4 44	6	14	42 38
7	17	42 28	7	17	26 0	7	16	1 56	7	15	40 14
8	18	40 18	8	18	23 17	8	16	59 8	8	16	37 51
9	19	38 6	9	19	20 34	9	17	57 20	9	17	35 28
10	20	35 53	10	20	17 50	10	18	53 33	10	18	33 7
11	21	33 39	11	21	15 5	11	19	50 46	11	19	30 48
12	22	31 24	12	22	12 19	12	20	48 0	12	20	28 30
13	23	29 8	13	23	9 33	13	21	45 14	13	21	26 14
14	24	26 51	14	24	6 46	14	22	42 28	14	22	24 0
15	25	24 32	15	25	3 59	15	23	39 43	15	23	21 47
16	26	22 12	16	26	1 12	16	24	36 59	16	24	19 35
17	27	19 51	17	26	58 24	17	25	34 16	17	25	17 24
18	28	17 29	18	27	55 36	18	26	31 34	18	26	15 14
19	29	15 6	19	28	52 47	19	27	28 52	19	27	13 6
20	0 <sup>III</sup>	12 42	20	29	49 58	20	28	26 11	20	28	10 59
21	1	10 16	21	0 <sup>♄</sup>	47 8	21	29	23 30	21	29	8 54
22	2	7 49	22	1	44 18	22	0 <sup>♄</sup>	20 50	22	0 <sup>mp</sup>	6 51
23	3	5 21	23	2	41 28	23	1	18 11	23	1	4 50
24	4	2 51	24	3	38 38	24	2	15 33	24	2	2 51
25	5	0 19	25	4	35 48	25	3	12 55	25	3	0 53
26	5	57 46	26	5	32 58	26	4	10 18	26	3	58 57
27	6	55 12	27	6	30 8	27	5	7 42	27	4	57 3
28	7	52 37	28	7 <sup>epos.</sup>	27 19	28	6	5 7	28	5	55 10
29	8	50 0	29	8	24 28	29	7	2 33	29	6	53 19
30	9	47 22	30	9	21 38	30	8	0 0	30	7	51 29
31	10	44 43				31	8	57 28	31	8	49 41

Septembre.

VERIFIEZ PAR LES OBSERVATIONS. 85  
**EPHEMERIDE DU SOLEIL**

1672.

AU MERIDIEN DE L'ISLE DE CAIENNE.

Septembre.			Octobre.			Novembre.			Decembre.		
Fours.	☉		Fours.	☉		Fours.	☉		Fours.	☉	
	mp			≡			m ←			↑	
0	8 49 41		0	8 10 48		0	9 2 34		0	9 21 41	
1	9 47 55		1	9 10 1		1	10 2 48		1	10 22 40	
2	10 46 12		2	10 9 17		2	11 3 5		2	11 23 40	
3	11 44 31		3	11 8 36		3	12 3 24		3	12 24 41	
4	12 42 51		4	12 7 57		4	13 3 44		4	13 25 42	
5	13 41 12		5	13 7 19		5	14 4 5		5	14 26 44	
6	14 39 35		6	14 6 42		6	15 4 27		6	15 27 47	
7	15 38 0		7	15 6 7		7	16 4 51		7	16 28 49	
8	16 36 27		8	16 5 35		8	17 5 16		8	17 29 51	
9	17 34 56		9	17 5 5		9	18 5 42		9	18 30 54	
10	18 33 27		10	18 4 37		10	19 6 11		10	19 31 58	
11	19 32 0		11	19 4 11		11	20 6 43		11	20 33 3	
12	20 30 35		12	20 3 47		12	21 7 18		12	21 34 9	
13	21 29 12		13	21 3 25		13	22 7 55		13	22 35 16	
14	22 27 52		14	22 3 5		14	23 8 33		14	23 36 24	
15	23 26 34		15	23 2 48		15	24 9 13		15	24 37 33	
16	24 25 18		16	24 2 32		16	25 9 55		16	25 38 42	
17	25 24 3		17	25 2 18		17	26 10 38		17	26 39 51	
18	26 22 49		18	26 2 6		18	27 11 22		18	27 41 1	
19	27 21 37		19	27 1 55		19	28 12 7		19	28 42 12	
20	28 20 27		20	28 1 47		20	29 12 53		20	29 43 24	
21	29 19 19		21	29 1 41		21	0↑ 13 44		21	0% 44 36	
22	0≡ 18 13		22	0m 1 38		22	1 14 30		22	1 45 48	
23	1 17 9		23	1← 1 38		23	2 15 20		23	2 47 0	
24	2 16 8		24	2 1 40		24	3 16 11		24	3 48 12	
25	3 15 10		25	3 1 43		25	4 17 3		25	4 49 24	
26	4 14 14		26	4 1 47		26	5 17 56		26	5 50 36	
27	5 13 20		27	5 1 52		27	6 18 50		27	6 51 49	
28	6 12 28		28	6 2 9		28	7 19 46		28	7 <sup>pe-</sup> 53 2	
29	7 11 37		29	7 2 10		29	8 20 43		29	8 <sup>rig.</sup> 54 15	
30	8 10 48		30	8 2 21		30	9 21 41		30	9 55 28	
			31	9 2 34					31	10 56 41	

Rec. de l'Ac. Tom. VIII.

M

86 ELEMENS D'ASTRONOMIE.  
EPHEMERIDE DU SOLEIL

1673.

AU MERIDIEN DE L'ISLE DE CAIENNE.

Janvier.		Fevrier.		Mars.		Avril.	
Fours.	☉	Fours.	☉	Fours.	☉	Fours.	☉
	♌		♍		♎		♏
0	10 56 41	0	12 29 12	1	11 42 7	1	12 26 30
1	11 57 54	1	13 30 0	2	12 42 5	2	13 25 27
2	12 59 6	2	14 30 47	3	13 42 2	3	14 24 22
3	14 0 18	3	15 31 33	4	14 41 58	4	15 23 14
4	15 1 29	4	16 32 18	5	15 41 52	5	16 22 4
5	16 2 40	5	17 33 2	6	16 41 44	6	17 20 52
6	17 3 51	6	18 33 46	7	17 41 34	7	18 19 38
7	18 5 1	7	19 34 29	8	18 41 22	8	19 18 23
8	19 6 10	8	20 35 10	9	19 41 9	9	20 17 6
9	20 7 18	9	21 35 49	10	20 40 53	10	21 15 47
10	21 8 26	10	22 36 25	11	21 40 35	11	22 14 27
11	22 9 33	11	23 36 59	12	22 40 15	12	23 13 5
12	23 10 38	12	24 37 31	13	23 39 54	13	24 11 40
13	24 11 43	13	25 38 0	14	24 39 31	14	25 10 14
14	25 12 47	14	26 38 27	15	25 39 5	15	26 8 45
15	26 13 51	15	27 38 52	16	26 28 37	16	27 7 13
16	27 14 54	16	28 39 15	17	27 38 7	17	28 5 40
17	28 15 56	17	29 39 37	18	28 37 34	18	29 4 5
18	29 16 58	18	0) 39 57	19	29 36 59	19	0) 2 29
19	0) 18 0	19	1 40 16	20	0) 36 22	20	1 0 51
20	1 19 1	20	2 40 34	21	1 35 43	21	1 59 11
21	2 20 1	21	3 40 51	22	2 35 3	22	2 57 29
22	3 21 1	22	4 41 7	23	3 34 21	23	3 55 45
23	4 21 59	23	5 41 22	24	4 33 37	24	4 53 59
24	5 22 57	24	6 41 35	25	5 32 52	25	5 52 11
25	6 23 54	25	7 41 46	26	6 32 4	26	6 50 22
26	7 24 50	26	8 41 55	27	7 31 14	27	7 48 30
27	8 25 45	27	9 42 2	28	8 30 22	28	8 46 37
28	9 26 39	28	10 42 6	29	9 29 27	29	9 44 43
29	10 27 31			30	10 28 30	30	10 42 47
30	11 28 22			31	11 27 32		



*XXIII. Reflexions sur la conformité des Ephemerides avec les Observations de Caienne.*

La conformité d'un très-grand nombre d'Observations avec les hypothèses, est une preuve de la justesse des unes & des autres. Car il n'y a pas lieu de l'attribuer au hasard qui n'est jamais constant ni uniforme. Mais pour ne pas exiger par tout une conformité plus exacte que des Observations ne peuvent promettre, il est à propos d'examiner à quel degré de justesse elles peuvent parvenir. Pour juger à fonds de la justesse qu'on peut avoir dans les Observations de Caienne, il faut considérer que le Sextans de six pieds de rayon avec lequel elles ont été faites, donne les minutes de la grandeur d'un quart de ligne prise dans sa circonférence, où les secondes n'occupent que la deux-cens-quarantième partie d'une ligne. La grosseur du cheveu bandé par le plomb qui pend du Centre pour marquer les hauteurs est la vingt-quatrième partie d'une ligne, & elle occupe dix secondes, tant dans la Circonférence du Sextans, que dans les lignes transversales qui sont coupées obliquement, quoiqu'elles soient tirées à dessein d'augmenter les espaces pour mieux distinguer les minutes & les secondes. Il faudroit un instrument dont le rayon fût dix fois plus grand, c'est-à-dire, de soixante pieds, pour avoir les secondes égales à l'épaisseur d'un cheveu; & nous avons prouvé que par ces grands Instrumens on apperçoit un tremblement dans l'image du Soleil causé par l'agitation de l'air, qui nuit à la précision qu'on eseroit de leur grandeur.

Il est aisé de comprendre combien il est difficile de s'assurer des secondes, tant dans la division de l'Instrument, que dans la rectification qu'on en fait par deux Observations au Zenith ou à l'Horison, & dans chaque Observation particuliere, où l'on ne juge des secondes qu'à vûe d'œil, & à peu-près; toute la seurété ne se trouvant

pas dans les vis qu'on y employe quelquefois. Cette difficulté s'augmente dans les Instrumens mobiles qui tournent sur un axe, dans lesquels on a éprouvé, qu'en le mouvant, la pesanteur cause un peu de contorsion, qui peut faire une différence de quelques secondes. Il est encore aisé de voir combien il est plus difficile que des hypothèses fondées sur d'autres Observations faites en divers temps, en divers lieux, & par divers Instrumens, s'accordent, à quelques secondes près, avec un grand nombre d'Observations nouvelles. Or puisque nous avons trouvé, que parmi les Observations des hauteurs Méridiennes du Soleil faites en Caienne dans le cours d'une année, il y en a plus de quarante qui s'accordent, à 10 ou 12 secondes près, avec celles qui sont tirées des Ephemerides calculées dix ou douze ans auparavant : il faut bien qu'il y ait de la justesse dans les unes & dans les autres, qui est même plus grande qu'on ne l'avoit osé espérer.

Il ne faut pas aussi s'étonner si on ne trouve pas toujours cette conformité si exacte. Les erreurs auxquelles les Observations sont sujettes ou par le défaut des Instrumens & de leur application, ou par quelque disposition extraordinaire de l'air, peuvent être arrivées tant aux Observations nouvelles, qu'à celles qui ont servi à établir les hypothèses.

On ne doit pas aussi rejeter la faute tout d'un côté : elle peut être partagée, & être indifféremment tantôt plus d'un côté, tantôt plus de l'autre. Le préjugé est ordinairement plus favorable aux Observations immédiates qu'aux hypothèses qui s'en éloignent, parce que les hypothèses étant fondées sur un grand nombre d'autres Observations, elles peuvent être chargées de toutes leurs erreurs, & de celles qu'on peut faire dans leur usage, & dans les conséquences qu'on en a tirées. Mais il y a des cas où les erreurs des Observations immédiates se manifestent, comme lors que comparant les précédentes aux suivantes,

vantes, on trouve que les différences ont entre elles des irrégularitez extraordinaires, qui interrompent la suite uniforme qui se trouve dans les Observations plus exactes. L'Observation qui cause cette interruption est suspecte, & on a lieu de lui attribuer principalement la différence qui est entre elle & l'hypothese dont elle s'éloigne, pendant que les Observations précédentes & suivantes s'y conforment.

On ne trouve gueres de ces différences dans les Observations de Caïenne. Parmi un si grand nombre de hauteurs Méridiennes du Soleil observées l'an 1672. & l'an 1673. il n'y en a que deux qui ont deux minutes moins que celles qui sont tirées des Ephemerides: l'une est du 19. Janvier, l'autre du 9. Février 1673. dont les différences des hauteurs Méridiennes des jours précédens ont aussi presque deux minutes moins que les différences précédentes, quoiqu'elles dussent plutôt augmenter, parce que les différences des déclinaisons du Soleil en allant vers l'Equinoxe augmentent toujours.

Il y a en divers autres endroits des irrégularitez moins considérables dans les différences journalieres des hauteurs Méridiennes du Soleil: mais à la réserve des deux cas précédens, la différence qui se trouve entre ces hauteurs & ces Ephemerides n'excede que rarement d'une minute; au lieu que les Tables Astronomiques qui avoient été construites auparavant s'éloignent souvent de 4 ou 5 minutes des Observations réduites par les Elemens des mêmes Tables.

Il n'y a pas d'Elemens mieux établis dans l'Astronomie que ceux qui sont fondez sur un grand nombre d'Observations conformes aux hypotheses. Nous ferons ici le récit de ceux qui sont fondez sur les Observations qui s'y accordent le mieux; & nous ne manquerons pas d'indiquer ce qui reste encore de douteux en quelques autres Elemens qui ne sont pas verifiez par une correspondance si exacte.

*XXIV. Les Elemens des Tables du mouvement du Soleil confirmez par les Observations de Caienne.*

Les Tables d'où les Ephemerides précédentes ont été tirées, furent dressées l'an 1660, lors qu'après cinq années d'Observations très-exactes, on eut trouvé que les réfractions du Soleil & des Astres ne finissoient pas à 45 degrez de hauteur, comme on avoit supposé jusqu'alors; mais qu'au-dessus de cette hauteur elles étoient encore de plus d'une minute, & qu'elles ne se terminoient qu'au Zenit.

Ayant donc réduit les Observations faites en Europe par cette hypothese pratiquée en deux manieres différentes, mais équivalentes entre elles dans nos Climats, dont l'une est celle à laquelle nous nous sommes arrêtez après les Observations de Caienne, qui employe pendant toute l'année les réfractions de la Table que nous avons donnée ici, & des parallaxes peu différentes de celles que nous avons ajoutées dans la même Table; nous trouvâmes qu'il n'étoit pas nécessaire de rien changer aux Epoques du moyen mouvement & de l'Apogée du Soleil des Tables Rudolphines.

Le moyen mouvement du Soleil pour le premier de Janvier de l'an 1660. au Méridien de Bologne fut placé à dix degrez 46' 27" du Capricorne, qui au Méridien de Paris reviennent à dix degrez 48' 0", & l'Apogée du Soleil au commencement de la même année à six degrez 45' de Cancer.

Mais on fut obligé de diminuer l'excentricité du Soleil donnée par les Tables Rudolphines, de sa dix-huitième partie, la faisant de 17 milliesmes de la moyenne distance du Soleil à la Terre; au lieu que Kepler, dans les Rudolphines, la suppose de 18 milliesmes. Ainsi toutes les équations du mouvement du Soleil données par les mêmes Tables, comme fondées sur l'excentricité, furent diminuées en même proportion.

Kepler avoit distribué l'inégalité du Soleil en deux parties : l'une optique , qui résulte de l'excentricité à cause de la Perspective ; l'autre physique ou réelle , qui est un effet naturel d'accélération véritable à mesure que la distance du Soleil à la Terre diminue , & d'un retardement réel à mesure que cette distance augmente : ce qui avoit déjà été établi dans les Planètes supérieures , & dans Venus par Ptolomée. Cette distinction ayant été vérifiée dans la construction de nos Tables par la comparaison de la variation apparente du diamètre du Soleil depuis l'Apogée jusqu'au Périgée avec l'accélération apparente de son mouvement laquelle se fait en même temps , on trouva que la vitesse apparente du Soleil augmente en proportion double de l'augmentation de son diamètre apparent : de sorte que quand le diamètre du Soleil en passant de l'Apogée vers le Périgée augmente de sa trentième partie , le mouvement apparent augmente de deux trentièmes , dont l'une est optique , & vient de la même cause qui fait l'augmentation apparente du diamètre du Soleil ; & l'autre par conséquent est physique , à peu-près égale à l'optique.

Dans la réduction des Observations de Caienne nous avons employé le demi-diamètre du Soleil dont la variation est seulement optique ; & dans les Ephemerides que nous avons comparées avec les Observations , nous avons employé deux inégalitez du mouvement , l'une optique , & l'autre physique ; & cela a bien réussi. Ces Observations peuvent donc servir à confirmer cette distinction , quoiqu'elles ne soient pas par tout si précisément conformes au calcul , qu'elles fussent à démontrer que l'inégalité physique soit précisément aussi grande que l'optique.

Tous les autres Elemens se vérifient ensemble par un grand nombre d'Observations faites en Caienne en divers temps de l'année : mais celles qui furent faites près des moyennes longitudes sur la fin de Septembre & au commencement d'Octobre de l'année 1672. à la fin de

Mars & au commencement d'Avril de l'an 1673. sont les plus propres pour vérifier le moyen mouvement & l'excentricité du Soleil. Elles vérifient ces deux Elemens tels qu'ils sont posez dans les Tables, parce que ces Observations s'y accordent en l'un & l'autre temps à quelques secondes près. Ajoutant à ces Observations celles du 15 & du 28 Juillet, & celles du 20, 21, 23 & 25 de Janvier qui sont éloignées des moyennes distances, & qui s'accordent aussi avec les Ephemerides, à quelques secondes près, on a la confirmation de la juste situation de l'Apo-gée; & toutes ces Observations ensemble confirment la maniere de distribuer l'inégalité du Soleil par diverses parties de son cercle annuel, quoiqu'aux autres temps de l'année les Observations ne s'accordent pas toujours si précisément avec les Ephemerides, que cette distribution se trouve juste par tout jusqu'aux secondes: de sorte que pour représenter avec la même exactitude toutes les Observations des autres temps de l'année, il faudroit trouver une maniere de distribuer les inégalitez différente de celle qui est employée par tous les Astronomes. Mais comme ces Ephemerides, telles qu'elles sont, représentent une grande partie des Observations faites en diverses saisons de l'année à une sixième de minute près, & toutes les autres qui sont exemptes de plus grands doutes à une minute près, il nous suffira d'être persuadé par ces Observations, que ces Ephemerides donnent toujours les Déclinaisons du Soleil à une minute près; ce qui suffit pour l'usage de la Géographie, & de la Navigation, & pour la pluspart des opérations Astronomiques.

Pour ce qui est des Observations proche des Solstices de l'Eté & de l'Hiver qui s'accordent parfaitement avec les Tables, elles confirment l'obliquité de l'Ecliptique (qui est la clef de toute l'Astronomie) telle qu'elle avoit été établie, de 23 degrez 29 minutes.

*XXV. Des Demi-diametres du Soleil.*

Comme dans les Observations des hauteurs méridiennes faites en Caïenne on a pris tantôt le bord Septentrional du Soleil, & tantôt le bord Austral, on a été obligé de donner la Table des demi-diametres apparens du Soleil tels qu'on les trouve toute l'année par le moyen de la Lunette, afin de trouver les hauteurs du centre, ajoutant ou ôtant le demi-diametre à celles des bords.

Le quinziesme de Juin 1672. M. Richer observa en Caïenne la hauteur du bord Austral du Soleil, qui à son égard étoit le supérieur; & le jour suivant il observa celle du bord Austral qui étoit l'inférieur en Caïenne & le supérieur à Paris: & néanmoins l'une & l'autre Observation s'accordent avec les Tables, à 4 ou 6 secondes près, la réduction étant faite en ôtant le demi-diametre du Soleil dans la premiere Observation, & l'ajoutant dans la seconde tel qu'il se trouve dans la Table des demi-diametres que nous avons ici ajoutée. On peut dire que cette Table s'accorde avec les Observations de Caïenne dans la précision que l'Octans avec laquelle furent faites les peut donner en deux hauteurs méridiennes de deux jours de suite.

Les demi-diametres de cette Table sont tels qu'on les trouve en mesurant par un Micrometre l'image du Soleil faite à un foyer de la Lunette, & la comparant à la distance de l'image à un point de l'objectif, où elle fait un angle égal à celui que le Soleil fait au dehors. On trouve ce point par les principes de la Dioptrique dans l'axe du verre à peu près à la troisième partie de son épaisseur prise du côté de l'objet, lors que le verre est également convexe des deux côtes, comme on les fait le plus souvent.

La proportion du diametre de cette image bien terminée, à la distance de ce point, donne donc l'angle égal à

celui du diamètre apparent du Soleil. On suppose dans cette méthode que les rayons qui viennent d'un seul point de la circonférence du Soleil à toute l'ouverture de la Lunette après deux réfractions dans les deux surfaces du verre, vont s'unir dans un seul point de la circonférence de l'image ; car s'ils ne s'unissent pas dans un point, mais seulement dans un petit cercle, le diamètre de l'image est augmenté du diamètre du petit cercle formé par la divarication des rayons qui viennent du même point du Soleil. Il est vrai que cette union ne se fait pas dans un point indivisible, puis qu'on sçait assez que la figure sphérique qui est celle qu'on tâche de donner aux verres objectifs, comme celle qu'on peut former plus exactement, n'unit pas les rayons parallèles à un point ; de sorte qu'à la rigueur cette image est un peu amplifiée par la divarication des rayons ; mais cette divarication passe pour imperceptible lors que l'image paroît bien nette & bien coupée faisant voir l'expérience qu'on peut allonger de quelques lignes une grande Lunette sans nuire à la netteté de l'image : quoiqu'il soit certain que les rayons coupez au-deça ou au-delà de leur concours forment l'image plus grande que dans le concours.

Mais comme cette augmentation qui se fait au-deça & au-delà du concours est d'autant plus petite que l'ouverture qu'on donne au verre objectif est plus étroite, non-seulement on prend garde de ne laisser pas à ce verre une ouverture si grande qu'elle cause de la confusion dans les images qu'elle forme au foyer ; mais on a soin en mesurant ces diamètres de ne laisser qu'une ouverture plus petite qu'à l'ordinaire. On mesure aussi le diamètre du Soleil par la lunette en mesurant le temps que son image emploie en passant par le filet perpendiculaire à la ligne de son mouvement vers l'Occident, donnant à une minute de temps 15 minutes, & à une seconde 15 secondes, lors que le Soleil est dans l'Equinoxial ; mais lorsque le Soleil



décline de l'Equinoxial, on confidere ces minutes & secondes dans le parallele qui convient à la déclinaison, lequel est un moindre cercle; & on le réduit aux minutes & secondes d'un grand cercle. Et dans cette méthode non seulement il faut avoir la même circonspection que l'image soit dans le foyer; car si elle est un peu éloignée, elle est amplifiée, & met un peu plus de temps à passer; mais il faut avoir une attention particuliere à compter le battement de la pendule, choisissant les observations dans lesquelles il arrive que la pendule bat à l'instant que l'image du Soleil arrive au fil, & à l'instant qu'elle le quitte, de peur qu'il n'y ait quelque demi-seconde d'erreur, qui dans le diamètre feroit une erreur de 7 ou 8 secondes.

Tels sont les demi-diamètres marquez dans la petite Table à divers jours de l'année, qui sont un peu plus grands que les demi-diamètres qu'on trouve lorsqu'on les mesure par l'image du Soleil faite par les rayons qui passent par un trou ouvert & se terminent à une surface opposée, en rabatant pourtant le diamètre de l'ouverture du trou.

Dans cette méthode il y a de la diminution dans l'image du Soleil; parce que la circonférence de l'image est formée par les seuls rayons qui viennent d'un point de la circonférence du Soleil passant par un point de la circonférence du trou, qui ne font pas dans l'image une circonférence perceptible comme celle qui est formée dans l'autre méthode par les rayons qui viennent d'un point de la circonférence du Soleil à toute l'ouverture du verre, & s'unissent dans un point de la circonférence de l'image, où par leur union ils forment un point très-perceptible. Mais la circonférence de l'image qui passe par un trou, n'est sensible qu'à l'endroit où il y a des rayons qui viennent d'une largeur considérable au-dedans du limbe du Soleil: ainsi elle est diminuée. Telle est celle qui s'observe dans la grande Méridienne de Bologne, laquelle rece-

vant le Soleil par une petite ouverture faite dans la voute de la grande Eglise de Saint Petrone, donne le diamètre du Soleil après que le diamètre de l'ouverture du trou a été rabatu, toujours plus petit qu'on ne le trouve par la lunette: ce qui pourtant ne nuisoit point aux Observations du centre du Soleil, parce qu'on déterminoit le centre par l'observation de l'un & de l'autre bord faite de la même maniere. Ainsi l'image étant également accourcie de côté & d'autre, le vrai centre restoit au milieu entre les bords sensibles.

La difference entre l'une & l'autre maniere n'est pas petite, étant presque la cinquante-fixième partie de tout le demi-diamètre du Soleil: de sorte que si l'on veut avoir par cette Table le demi-diamètre du Soleil comme on le trouvoit par l'image du Soleil formée par un trou ouvert, & corrigée en ôtant le demi-diamètre de l'ouverture, il faut ôter du demi-diamètre du Soleil sa cinquante-cinquième partie en tous les temps de l'année; & on l'aura tel que nous le trouvons par cette méthode.

*XXVI. Recherche de la parallaxe du Soleil par le moyen de celle de Mars observé à même temps à Paris & en Caienne.*

Toutes les Observations Astronomiques faites depuis quelque temps pour trouver la proportion du demi-diamètre de la Terre à la distance des Planetes, avoient fait connoître qu'elle n'est bien sensible qu'à l'égard de la Lune, dont la parallaxe, lorsque la Lune est le plus proche de la Terre, est de plus d'un degré, & se peut trouver en plusieurs manieres à une minute près. Mais la parallaxe des autres Planetes est si petite, qu'on a beaucoup de peine à la déterminer par les Observations les plus exactes. On avoit déjà perdu entierement l'esperance de la pouvoir observer immédiatement dans les Planetes plus éloignées, & il ne restoit qu'à essayer si on ne la pouvoit pas trouver

trouver dans les autres, lorsqu'elles sont plus proches de la Terre.

Dans les hypothèses de Copernic & de Tycho qui déterminent la proportion des distances de toutes les Planètes qui sont au-dessus de la Lune, par les seules apparences de leur mouvement, il suffit de déterminer par les Observations immédiates la distance d'une seule Planète, pour en tirer par le calcul celles de toutes les autres.

Il faudroit commencer par la distance du Soleil à la Terre, à laquelle les Astronomes modernes comparent la distance de toutes les autres Planètes au Soleil. Mais la parallaxe du Soleil n'est pas la plus facile à déterminer; car outre qu'il n'est jamais si proche de la Terre que le sont quelquefois Mars, Venus, & Mercure; on ne le voit point ordinairement parmi les Etoiles fixes avec lesquelles on le puisse comparer de divers endroits de la Terre, ou d'un même lieu à diverses heures du jour; qui sont les manières les plus sûres de trouver les parallaxes. La Planète sur laquelle on peut faire le plus de fondement pour cette recherche est celle de Mars, qui dans ses oppositions avec le Soleil est toujours plus proche de la Terre que le Soleil même, & peut alors être comparé avec les Etoiles fixes à toutes les heures de la nuit. Parmi toutes les oppositions de Mars au Soleil, la plus favorable pour cette recherche est celle qui arrive lorsque Mars est proche du Périgée de son excentrique, comme fut celle de l'an 1672. On avoit calculé que la différence de la parallaxe de Mars qui convient à la distance des paralleles de Paris & de Caienne, étoit alors une fois & deux tiers aussi grande que la parallaxe du Soleil. C'est pourquoi on fit de concert plusieurs Observations dans l'un & dans l'autre lieu pour trouver cette différence.



*XXVII. Première méthode de l'Observation de la parallaxe de Mars.*

La meilleure méthode pour chercher la parallaxe de Mars par la correspondance des Observations faites à Paris & en Caienne , auroit été d'observer par la Lunette la conjonction précise de cette Planete avec une Etoile fixe. Car si cette conjonction avoit été vûë de l'un & de l'autre lieu au même instant & précisément de la même manière sans aucune distance , c'eût été une marque qu'il n'y avoit point de parallaxe sensible. S'il y en avoit eu quelque peu , à l'instant que Mars auroit paru toucher par son bord supérieur une Etoile fixe en Caienne , il auroit paru à Paris un peu éloigné de la même Etoile vers l'Horizon ; & quand il auroit paru à Paris toucher l'Etoile par son bord inférieur , il auroit paru en Caienne éloigné de la même Etoile vers le Zenit ; & cette distance vûë d'un lieu & non pas de l'autre , auroit été attribuée à la parallaxe.

Cette occasion de la conjonction précise de Mars avec une Etoile fixe vûë en même temps de l'un & de l'autre lieu , ne s'étant pas présentée ; nous avons cherché des hauteurs Méridiennes de Mars à peu près égales à des hauteurs Méridiennes des Etoiles fixes qui en étoient proches , observées les mêmes jours à Paris & en Caienne. Mais parce que le passage de Mars par le Méridien de Caienne arrivoit trois heures & deux tiers après son passage par le Méridien de Paris , & que dans cet intervalle de temps le mouvement particulier de Mars faisoit varier sa déclinaison & sa hauteur Méridienne dans le même parallele , il a fallu sçavoir de combien étoit cette variation dans une révolution journaliere de Mars : ce que l'on a trouvé en comparant ensemble les hauteurs Méridiennes de Mars prises dans le même lieu les jours précédens & les suivans ; & par le moyen du calcul on a tiré la par-

tie proportionnelle dûe à la différence des Méridiens pour sçavoir quelle étoit la hauteur Méridienne de Mars au parallèle de Caienne au même temps qu'il passoit par le Méridien de Paris. Ainsi nous avons la hauteur Méridienne de Mars comme elle devoit paroître en un troisième lieu, qui est sous le Méridien de Paris, & sur le parallèle de Caienne; & la comparant à la hauteur d'une Étoile fixe qui se rencontroit à peu près dans le parallèle de Mars, nous trouvions en quel parallèle du Ciel Mars étoit vû du parallèle de Caienne à l'instant de son passage par le Méridien de Paris; & comparant aussi la hauteur Méridienne de Mars vûe à Paris avec celle de la même Étoile fixe, nous trouvions le parallèle du Ciel dans lequel Mars étoit vû de Paris. Si le parallèle du Ciel avoit été précisément le même que celui dans lequel Mars étoit vû au même temps du parallèle de Caienne, Mars n'auroit point eu de parallaxe sensible. Il falloit que Mars parût à Paris plus méridional que dans le parallèle de Caienne, pour avoir de la parallaxe.

*XXVIII. Choix d'une Étoile fixe pour comparer avec elle Mars à Paris & en Caienne, proche de son opposition au Soleil.*

Le 5. Septembre 1672. trois jours avant l'opposition du Soleil à Mars, nous observâmes à Paris trois Étoiles dans l'Eau d'Aquarius marquées par Bayerus  $\psi$ , vers lesquelles Mars alloit par son mouvement particulier retrograde, de sorte que l'on jugeoit qu'il en auroit pû cacher une. Il étoit alors un peu plus septentrional que la plus septentrionale des trois. On prit la hauteur Méridienne de celle-ci qui passoit la première; & celle de la moyenne vers laquelle le mouvement particulier de Mars s'adessoit.

La hauteur Méridienne de la précédente plus boréale fut trouvée de

30<sup>d</sup> 19' 45"  
O ij

La moyenne passa après la précédente 2' 8" d'heure.

Et la hauteur méridienne de la moyenne fut de  $30^{\text{d}} 14' 0''$

Le 7. de Septembre & les jours suivans

M. Richer observa en Caïenne la hauteur Méridienne d'une de ces fixes marquées par Bayerus  $\psi$  dans la constellation d'A-

quarius, de  $74^{\text{d}} 12' 30''$

Et ayant corrigé l'erreur du Sextans

qui abaissoit de  $10'$

La vraie hauteur de cette Etoile fut  $74 12 40$

Il est constant que cette Etoile fixe est la précédente des trois, parce que cette hauteur Méridienne prise en Caïenne excède la hauteur Méridienne de la précédente observée à Paris, de la différence des hauteurs du Pole de Paris & de Caïenne, la correction des deux hauteurs étant faite par la réfraction selon la Table, au lieu que la différence entre la hauteur Méridienne observée en Caïenne & celle de la moyenne de ces Etoiles observée à Paris, est de six minutes plus grande que la différence des hauteurs du Pole, qui est aussi la différence des hauteurs de ces deux Etoiles à Paris. Ce qui fut confirmé ensuite par la conjonction de Mars avec la moyenne vûe à Paris le premier d'Octobre suivant, la hauteur Méridienne de Mars par l'Observation de M. Richer réduite, se trouvant de six minutes moindre que la hauteur Méridienne de celle de ces trois Etoiles qu'il avoit observée: ce qu'il a fallu remarquer pour la vérification de cette Etoile, qui est la seule des trois marquées  $\psi$ , dont nous avons la hauteur Méridienne observée en Caïenne.

*XXIX. Première recherche de la parallaxe de Mars.*

*En Caïenne.*

Le 4. Septembre 1672. hauteur Méridienne du bord supérieur de Mars corrigée  $74^{\text{d}} 48' 55''$

Le 5. Septembre hauteur Méridienne  
 du même bord 74<sup>d</sup> 44' 20"  
 Différence entre les deux hauteurs 4 35  
 Partié proportionnelle dûë à la différen-  
 ce des Méridiens entre Paris & Caienne  
 de 3<sup>h</sup> 40' 42

Le 5 Septembre , hauteur Méridienne du bord supé-  
 rieur de Mars au parallele de Caienne sous le Méridien de  
 Paris 74 45 2

Pour une plus grande vérification de cette partie pro-  
 portionnelle nous avons examiné les différences entre les  
 hauteurs méridiennes des jours précédens & des jours sui-  
 vans , d'où nous avons tiré les différences de huit en huit  
 heures.

*Distribution des différences.*

Jours.	Differences des hauteurs Méridiennes.	Jours.	Heures de ♂	Differences.	Diffe- ren- ces.	Sommes.
3	4' 45"	3	0	1' 36	1	
4	4 35	3	8	1 35	1	4 45
5	4 15	3	16	1 34	1	
6		4	0	1 33	1	4 35
		4	8	1 32	2	
		4	16	1 30	2	4 15
		5	0	1 28	3	
		5	8	1 25	3	
		5	16	1 22	3	
		6	0			

Et comme la partie proportionnelle trouvée par cette  
 méthode , s'accorde avec la précédente à une seconde  
 près , il n'est pas nécessaire d'y rien changer.

Hauteur Méridienne de la précédente des trois dans  
 l'eau d'Aquarius au parallele de Caienne 74<sup>d</sup> 12' 40"  
 Celle du bord supérieur de Mars 74 45 2  
 Différence , qui est l'élevation du bord supérieur de  
 O iij

Mars sur le parallele de cette Etoile en Caienne 32' 22<sup>n</sup>

*A Paris.*

Le 5 Septembre, la hauteur Méridienne du bord supérieur de Mars fut observée de 30<sup>d</sup> 51' 55<sup>n</sup>

La hauteur de l'Etoile fixe précédente des trois dans l'eau d'Aquarius 30 19 45

La différence, qui est l'élevation du bord supérieur de Mars au-dessus du parallele de l'Etoile fixe à Paris 32 10

Mais elle parut alors au parallele de Caienne 32 22

Différence 12

Mars parut donc moins élevé à Paris qu'au parallele de Caienne de douze secondes.

*XXX. Seconde recherche de la parallaxe de Mars.*

*En Caienne.*

Le 8 Septembre 1672. jour de l'opposition du Soleil à Mars, la hauteur méridienne du bord supérieur de Mars fut observée 74<sup>d</sup> 31' 45<sup>n</sup>

Le 9 Septembre, hauteur méridienne du même bord 74 28 10

Différence entre les deux hauteurs 3 35

Partie proportionnelle dûë à la différence des Méridiens entre Paris & Caienne 33

Le 9 Septembre, hauteur méridienne du bord supérieur de Mars au parallele de Caienne sous le Méridien de Paris 74 28 43

Hauteur de l'Etoile fixe précédente dans l'eau d'Aquarius 74 12 40

Différence, ou élévation du bord supérieur de Mars sur le parallele de cette Etoile 16 3

*A Paris,*

Le 9 Septembre, la hauteur méridienne du bord supe-



rieur de Mars fut observée	30 <sup>d</sup>	35'	35"
La hauteur de l'Etoile fixe précédente			
dans l'eau d'Aquarius	30	19	45
Différence, ou élévation du bord supérieur de Mars sur le parallèle de cette Etoile	15	50	
Au même temps au parallèle de Caienne	16	3	
Différence			13

Mars parut donc moins élevé à Paris qu'au parallèle de Caienne, de treize secondes.

*XXXI. Troisième recherche de la parallaxe de Mars.*

*En Caienne.*

Le 23 Septembre 1672. hauteur méridienne du bord supérieur de Mars	73 <sup>d</sup>	57'	25"
Le 24 hauteur méridienne du même bord	73	57	10
Différence entre les hauteurs			15
Partie proportionnelle dûë à la différence des Méridiens de Paris & de Caienne			2
Le 24 Septembre, hauteur méridienne du même bord au Méridien de Paris & au parallèle de Caienne	73	57	12
Hauteur méridienne de la précédente dans l'eau d'Aquarius	74	12	40
Différence, qui est l'abbaissement du bord supérieur de Mars au-dessous du parallèle de cette Etoile	15	28	

*A Paris.*

Le 24 Septembre, la hauteur méridienne du bord supérieur de Mars fut observée	30 <sup>d</sup>	4'	0"
Hauteur de l'Etoile fixe précédente dans l'eau d'Aquarius	30	19	45
Différence, ou abbaissement du bord su-			

périeur de Mars au-dessous du parallèle de  
cette Etoile

15' 45"

Au parallèle de Caienne il parut

15 28

Mars parut donc alors plus bas à Paris  
qu'au parallèle de Caienne, de

17

*XXXII. Comparaison des trois recherches précédentes.*

On a trouvé Mars plus bas au parallèle de Paris qu'à celui de Caienne en même-temps par la première recherche, de 12", par la seconde, de 13", par la troisième, de 17". On devoit trouver la troisième plutôt moindre que plus grande, parce que Mars étoit un peu plus éloigné de la Terre le 24 Septembre, que le 5 & le 9 lors qu'il étoit plus proche de l'opposition.

Ainsi cette augmentation doit être attribuée à un défaut imperceptible des Observations qu'il est plus sûr de partager également entre la seconde & la troisième, faisant la différence 15" à un temps moyen entre le 9 & le 24 de Septembre, comme entre le 16 & le 17 du même mois.

Dans la dernière recherche le bord supérieur de Mars à Paris fut 15' 45" au-dessous du parallèle de l'Etoile fixe; & dans la seconde recherche il avoit été au-dessus de ce même parallèle 15' 50". Au temps moyen entre les deux il a dû être dans le même parallèle à Paris, & paroître de 15 secondes plus élevé à Caienne suivant les Observations rapportées cy-dessus. Ainsi lors que la hauteur méridienne du bord supérieur de Mars fut

A Paris 30<sup>d</sup> 19' 45" 59<sup>d</sup> 40' 15"

Complements  
ou distances  
du Zenith.

Au parallèle de

Caienne elle fut 74 12 55 15 47 5

*XXXIII.*

*XXXIII. Calcul abrégé de la parallaxe horizontale de Mars.*

Distances apparentes du bord supérieur de Mars au Zenit.  
 En Caienne 15 47 5 Sinus 27202  
 A Paris 59 40 15 Sinus 86314  
 Difference des Sinus 59112  
 Comme la difference des Sinus est au rayon 100000  
 Ainsi la difference des parallaxes 15" est à 25" $\frac{1}{3}$  parallaxe horizontale de Mars.

*XXXIV. Seconde méthode de chercher la parallaxe de Mars.*

La même année 1672. vers le temps de l'opposition de Mars au Soleil, nous cherchâmes la parallaxe de Mars par la méthode que nous avons employée pour trouver celle de la Comete de l'an 1680.

Nous observions à Paris aux mêmes heures de diverses nuits la difference de l'ascension droite entre Mars & les Etoiles fixes prochaines qui se rencontroient dans sa route, pour trouver les variations journalieres de son ascension droite, & leurs inégalitez, & en tirer les véritables variations horaires. Nous l'observions aussi à diverses heures de chaque nuit, environ quatre heures avant son passage par le méridien, & quatre heures après, pour trouver la variation apparente, qui devoit être différente de la véritable à cause de la parallaxe. Elle devoit être plus grande, parce que Mars étant alors retrograde, comme il arrive toujours vers les oppositions avec le Soleil, la variation de son ascension droite se faisoit vers l'Occident, & que la parallaxe dans la révolution journaliere accelere le mouvement des Planetes d'Orient en Occident.

La difference entre la variation apparente & la véritable étoit donc la parallaxe de l'ascension droite qui convenoit à l'intervalle de temps entre les Observations, au

parallele de Mars, & au parallele de Paris; & elle seroit à trouver la parallaxe équinoxiale, qui répond au demi-diametre de la terre, de la maniere que nous avons expliquée dans le Traité de la Comete.

Entre deux Observations faites à huit heures l'une de l'autre, à peu près à distance égale du méridien de côté & d'autre vers les oppositions de Mars au Soleil, nous trouvions le plus souvent deux secondes de temps de difference entre la variation apparente & la véritable: d'où nous tirions par la méthode expliquée dans le Traité de la Comete, la parallaxe de Mars de 24 à 27 secondes, lors que la distance de Mars à la terre étoit à la moyenne distance du Soleil à la terre comme 1. à  $2\frac{2}{3}$ , ou comme 1 à  $2\frac{3}{4}$ .

Le 9 Septembre 1672. la nuit même de l'opposition de Mars au Soleil, Mars étoit proche de deux petites Etoiles disposées selon son parallele, qui servirent pour les Observations de plusieurs jours. Ces Observations donnerent la variation journalière de l'ascension droite de Mars entre le 8 & le 9 Septembre de  $67''\frac{1}{2}$  de temps; entre le 9 & le 10 de  $66\frac{3}{4}$ : Et le 9 entre  $8^h 36'$  &  $15^h 56'$ , la variation apparente de l'ascension droite fut de  $21''\frac{1}{2}$ ; la variation véritable tirée des mouvemens journaliers fut de  $19''\frac{3}{4}$ ; & la difference, qui est l'acceleration apparente causée par la parallaxe, fut de  $1''\frac{3}{4}$ . Mars passa par le meridien à  $12^h 8'$ , c'est-à-dire,  $3^h 32'$  après la premiere Observation, &  $3^h 48'$  avant la seconde. La déclinaison de Mars étoit de  $10^d 34'$ . Le parallele de l'Observatoire est éloigné du Pole de  $41^d 10'$ . Sur ces Elemens ayant fait le calcul comme dans le Traité de la Comete, la parallaxe de Mars qui répond au demi-diametre de la terre, résulte de  $24''\frac{3}{4}$ .

Le 16 Septembre, Mars s'étant approché d'une autre petite Etoile qui étoit un peu plus méridionale, nous trouvâmes par le moyen de cette Etoile la variation journalière de son ascension droite entre le 16 & le 17, de  $61\frac{1}{2}$ ; & entre le 17 & le 18, de  $59''\frac{3}{4}$ .

Le 17 entre 7<sup>h</sup> 2' & 15<sup>h</sup> 3' il y eut 22"  $\frac{1}{2}$  de variation apparente de l'ascension droite, & la variation véritable tirée des mouvemens journaliers, fut de 20"  $\frac{1}{2}$ . Il y eut donc 2" de difference de temps en huit heures & une minute, entre la première & la seconde Observation. Mars passa par le méridien à 11<sup>h</sup> 26' ; sa déclinaison Australe étoit de 11 degrez : le parallele de l'Observatoire de 41<sup>d</sup> 10'. Le calcul étant fait, la parallaxe de Mars qui répond au demi-diametre de la terre, fut trouvée de 27"  $\frac{1}{3}$ . Elle devoit être plutôt un peu plus petite que la précédente, puisque Mars étoit un peu plus éloigné de la terre ; mais elle résulte un peu plus grande, à cause de la difficulté extrême de déterminer ces differences avec la dernière précision.

Nous continuâmes de la même maniere cette recherche jusqu'à la fin de Septembre de l'année 1672. étant accompagnés de MM. Roëmer & Sedileau, qui nous aidèrent à ces Observations. Car comme la difference que nous trouvions entre les variations apparentes & les véritables, n'étoit que d'une ou de deux secondes de temps, il fallut un grand nombre d'Observations qui donnassent le plus souvent à peu près la même chose, pour être persuadés que cette difference venoit de la parallaxe, & non pas de quelque défaut des Observations, qui sont d'ailleurs sujettes à de semblables differences, & même quelquefois à de plus grandes. D'où il est arrivé quelquefois qu'on n'a pas trouvé de difference entre les mouvemens horaires apparens & les véritables ; & quelquefois on a trouvé quelque peu de difference contraire à l'effet de la parallaxe. On s'arrêtoit à ce que l'on trouvoit plus souvent, & par des Observations plus choisies. La parallaxe de Mars qu'on a déterminée par ce moyen, n'est guères plus grande que le demi-diametre apparent de Venus lorsqu'elle est à la distance que Mars avoit alors : de sorte que la Terre n'est guères plus grande que Ve-

*XXXV. Troisième Methode de chercher la parallaxe  
de Mars.*

Nous avons aussi comparé les différences des ascensions droites de Mars & de quelques Etoiles fixes observées en même temps en France & en Caienne, pour en tirer la parallaxe de Mars. Le premier d'Octobre de l'an 1672. Mars passa par la moyenne des trois de l'eau d'Aquarius marquée  $\psi$ , & il la cacha par son disque, comme nous trouvons par la comparaison des Observations de ce même jour. C'auroit été une belle occasion de déterminer la parallaxe de Mars par le temps de l'Immersion & de l'Emersion de cette Etoile dans son disque observées en France & en Caienne ; mais les nuages qui couvrirent le Ciel au temps de ces deux phases, nous firent perdre une occasion si favorable. On fit pourtant la même nuit plusieurs Observations de la distance de cette Etoile à Mars, qui servent à trouver à peu près le temps de cette conjonction. Mais en les comparant ensemble, on y trouve de petites différences irrégulières, dont quelques-unes ne donnent point de parallaxe, d'autres en donnent trop, & d'autres sont en un sens contraire à ce que la parallaxe demande. Cela nous a donné lieu de douter si l'irrégularité de ces différences entre les Observations faites proche de cette conjonction, ne seroit pas causée par quelque réfraction extraordinaire, & si Mars n'auroit point une atmosphère, par laquelle les rayons de l'Etoile venant à passer, fussent rompus diversément à diverses distances jusques à un certain terme.

*A Brion en Anjou.*

Mon sieur Picard, à la page 35. de ses Observations, en rapporte deux qu'il fit la même nuit à Brion, qui est

plus Occidental que Paris de 11 minutes de temps.

La premiere fut faite avant la conjonction à 7 heures du soir. La différence ascensionnelle entre le bord occidental de Mars & la moyenne  $\psi$ , n'étoit plus que d'environ 4" de temps.

La seconde fut faite après la conjonction à 2<sup>h</sup> 30'. Alors le bord oriental de Mars precedoit cette même Etoile de 6" de temps.

Le disque de Mars passoit en 1"  $\frac{2}{3}$  de temps : de sorte qu'entre 7 heures du soir & 2<sup>h</sup> 30' dans l'intervalle de 7<sup>h</sup> 30", la variation de la différence ascensionnelle parut de 11"  $\frac{2}{3}$ . M. Picard donne à 37 minutes, deux tiers de seconde de variation, qui est à raison de 1"  $\frac{1}{12}$  par heure.

Ayant comparé la seconde Observation à celle que M. Richer fit le même soir en Caienne, M. Picard trouve par l'une & par l'autre, les réductions étant faites, la même différence ascensionnelle entre Mars & l'Etoile au même temps, comme si cette Planete n'avoit point eu de parallaxe sensible. Il n'en conclut pourtant autre chose, sinon que s'il y avoit eu quelque chose de fort sensible, on s'en seroit apperçu en cette rencontre ; & il se rapporte à nos Observations, par lesquelles nous trouvâmes que la parallaxe de Mars étoit un peu moindre que le disque apparent de cette Planete.

Mais si l'on compare les 11"  $\frac{2}{3}$  de la variation apparente de l'ascension droite entre la premiere Observation de M. Picard & la seconde, avec la variation véritable, qui à raison de 1"  $\frac{1}{12}$  par heure, étoit de 8"  $\frac{1}{8}$  en sept heures & demi de temps ; on trouvera entre la variation apparente & la véritable, une différence de 3"  $\frac{1}{2}$  de temps, qui donneroit une parallaxe double de celle qui résulte de nos Observations, comme on peut trouver par un calcul semblable à celui dont nous nous sommes servis dans le traité de la Comète : & même elle sera encore un peu plus grande, si la variation véritable

n'étoit alors que d'une seconde par heure, comme nous trouvons par la comparaison des Observations des jours précédens avec celles des suivans faites à la même heure.

Cependant, par les deux Observations de M. Picard, on peut trouver le temps de la conjonction apparente de Mars avec cette Etoile, qui à 7 heures du soir précédoit le bord occidental de Mars de 4" de temps, & le centre de 4"  $\frac{5}{6}$ . Cette anticipation, à raison de la variation apparente de 11"  $\frac{2}{3}$  en 7<sup>h</sup>, donne 3<sup>h</sup> 7' à ajouter à 7<sup>h</sup>, & la conjonction apparente eût dû arriver à Briare, selon les Observations de M. Picard, à 10<sup>h</sup> 7'.

*A Briare & à la Charité sur la Loire.*

Le premier d'Octobre, étant à Briare en allant en Provence, nous observâmes à 2<sup>h</sup> 45' du matin par une lunette de trois pieds, que le bord occidental de Mars étoit encore éloigné vers l'Orient de la moyenne des trois dans l'eau d'Aquarius marquée  $\psi$ . Et le même jour à la Charité à 10<sup>h</sup> 25' du soir, nous observâmes Mars entre les deux extrêmes de ces trois Etoiles à la place de la moyenne, qui ne se trouva point, étant sans doute cachée par le disque de Mars. Nous prîmes sa hauteur méridienne de 31<sup>d</sup> 52' 45", & M. Roëmer nous envoya celle qu'il avoit faite le même soir à l'Observatoire du bord supérieur de Mars de 30<sup>d</sup> 14' 5", sans avoir pû voir la moyenne  $\psi$ . Il avoit pris le 5 de Septembre la hauteur méridienne de cette Etoile de 30<sup>d</sup> 14' 0"; ce qui confirme l'occultation de cette Etoile par Mars aussi bien à Paris qu'à la Charité, qui par nos Observations est plus orientale que Paris de 3 minutes de temps, & plus méridionale d'un degré 39 minutes.

*A Paris.*

Le même jour premier Octobre 1672. à Paris, M. Roëmer à qui on avoit laissé le soin de cette Observation,



observa à  $11^h 15'$  du soir que le bord oriental de Mars étoit éloigné de la moyenne des trois d'Aquarius marquée  $\psi$  vers l'Occident, de deux tiers de son diametre, & par conséquent le centre en étoit éloigné d'un diametre &  $\frac{1}{6}$ . A  $11^h 27'$  le même bord de Mars étoit éloigné de cette Etoile de tout son diametre, & par conséquent le centre en étoit éloigné d'un diametre & demi. Il se sépara donc d'un tiers de son diametre en 12 minutes d'heure par une vitesse apparente, qui est encore beaucoup plus grande que par les Observations de M. Picard, qui dans l'intervalle de  $7^h \frac{1}{2}$  donne la variation de  $11'' \frac{2}{3}$ . Mais à raison d'un tiers de diametre en 12 minutes, la variation en  $7^h \frac{1}{2}$  seroit de 12 diametres de Mars, auxquels répondent  $18'' \frac{3}{4}$  de temps. Par cette vitesse il se sépara d'un diametre & demi en 54 minutes de temps, qui étant ôtez de  $11^h 27'$  laissent  $10^h 33'$  pour le temps de la conjonction apparente à Paris.

Touchant la déclinaison de Mars, à  $11^h 15'$  le parallèle de l'Etoile passoit par le disque de Mars, dont le centre étoit encore plus méridional, de sorte que son diametre perpendiculaire étoit coupé à la raison de 2. à 3. & à  $11^h 27'$  il étoit coupé à la raison de 3. à 4. D'où il paroît que le bord Septentrional de Mars arriva au parallèle de l'Etoile à  $8^h \frac{1}{2}$  & qu'au temps de la conjonction l'Etoile fixe étoit cachée par Mars.

M. de la Hire observa aussi Mars à Paris avec assiduité depuis le 22 Septembre jusqu'au 29 d'Octobre suivant, dans lequel temps il le vit passer dans un grand nombre de petites Etoiles qui sont dans l'eau d'Aquarius; & par la comparaison faite les jours précédens & suivans, il jugea que Mars fut presque conjoint avec l'Etoile moyenne des trois marquées  $\psi$  vers les  $8^h$  du soir du premier Octobre, & qu'il étoit plus méridional d'environ  $20''$ , & que ce même jour il passa par le méridien plutôt que cette Etoile près d'une seconde de temps. Mais les nuages l'empêcherent d'observer Mars le jour de la conjonction.

*En Caienne.*

Le premier d'Octobre de la même année, le bord occidental de Mars passa par le méridien de Caienne avant la moyenne des trois de l'eau d'Aquarius 7" de temps. Donc le centre passa  $6\frac{1}{6}$  auparavant.

La vraie anticipation journaliere de Mars étant supposée de 24" de temps;  $6\frac{1}{6}$  donnent  $6^h 10'$  à ôter de l'heure du passage de Mars par le méridien, qui fut à  $10^h 25'$ , & resteroit le temps de la conjonction véritable à  $4^h 15'$  en Caienne; & y ayant ajouté la différence du méridien de Paris  $3^h 39'$  la vraie conjonction seroit arrivée à Paris selon cette Observation à  $7^h 54'$ .

Mais il faut observer que le jour de la conjonction, l'intervalle de la moyenne des trois Etoiles fixes à la précédente par les Observations de Caienne parut sensiblement augmenté: car les jours précédens la différence du passage de ces deux Etoiles étoit de  $2' 8''$  de temps, comme on l'observa toujours à Paris, & ce jour-ci il parut de  $2' 14''$ : ce qui semble s'accorder à ce que nous avons imaginé, que le rayon visuel qui alloit à l'Etoile après la conjonction avec Mars, rencontrant obliquement son Atmosphere, pouvoit être rompu; de sorte qu'il la faisoit paroître trop orientale, augmentant la distance à Mars qui étoit passé vers l'Occident, & diversément à diverses distances de l'Etoile à Mars. Et on pourroit attribuer à la même cause la trop grande vitesse qui paroît dans la séparation de Mars par la comparaison des Observations, tant de M. Picard que de M. Roëmer. Cela pourroit aussi accorder l'insensibilité de la parallaxe qui se conclut par la comparaison de la dernière Observation de M. Picard avec celle de M. Richer, & la trop grande parallaxe qui seroit inferée de la grande vitesse de la séparation de Mars d'avec l'Etoile fixe suivante vers le temps de sa conjonction, en attribuant une partie de la différence à la parallaxe,

laxe ; & l'autre à la réfraction celeste. C'est la pensée qui nous a été suggerée par la différence des Observations vers le temps de cette conjonction : à quoi il sera bon de prendre garde en des occasions semblables , pour en avoir ou la confirmation ou la réfutation par des Observations nouvelles faites à dessein.

Cependant si nous comparons la premiere des Observations de M. Roëmer faite à Paris à  $1^h 15'$  , & la seconde de M. Picard faite à Brion à  $2^h 30'$  , qui sont  $2^h 41'$  à Paris , nous trouverons dans l'intervalle de  $3^h 26'$  une variation apparente d'ascension droite de  $4' \frac{7}{8}$  , au lieu que la variation véritable à raison d'une seconde par heure ne fut que de  $3'' \frac{1}{2}$  : de sorte que dans l'intervalle de  $3^h \frac{1}{2}$  il y auroit eu  $1'' \frac{3}{8}$  de différence favorable à la parallaxe. De même la seconde Observation de M. Roëmer comparée à la seconde de M. Picard , dans l'intervalle de  $3^h \frac{1}{4}$  donne  $1'' \frac{1}{2}$  de différence de temps entre la variation apparente & la véritable ; laquelle différence est favorable à la parallaxe de Mars ; & peut-être que ces deux dernieres Observations sont préférables aux autres du même jour.

*XXXVI. La Parallaxe du Soleil.*

Selon les hypotheses des Coperniciens & des Tychoiciens , qui sont équivalentes & les seules reçues des Astronomes modernes , la distance de Mars à la Terre étoit à la distance moyenne du Soleil à la Terre vers le temps des Observations précédentes à peu-près comme 1 à  $2 \frac{2}{3}$ . Les parallaxes sont entre elles en proportion réciproque des distances : donc la parallaxe du Soleil dans la moyenne distance , à la parallaxe de Mars vers le temps de ces Observations étoit comme 1 à  $2 \frac{2}{3}$  , ou comme  $9 \frac{1}{2}$  à  $25 \frac{1}{3}$ . Ayant donc supposé la parallaxe de Mars , vers le temps de ces Observations , de  $25'' \frac{1}{3}$  , comme elle a été trouvée par le calcul précédent selon la premiere méthode ; la parallaxe du Soleil qui répond au demi-diamètre de la

Terre, & qui convient à l'hypothese Copernicienne & à la Tychonicienne, sera de  $9''\frac{1}{2}$ ; & la totale qui répond à tout le diamètre sera de 19 secondes. La proportion des distances des Planetes au-dessus de la Lune à la moyenne distance du Soleil à la Terre, est déterminée dans ces deux hypotheses par les apparences de leur mouvement, qui résultent de la composition du mouvement propre, & de celui de la Terre selon Copernic, ou de celui du Soleil selon Tycho. Mais dans l'hypothese Ptolemaïque ces mêmes apparences étant attribuées à la composition de deux mouvemens propres de chaque Planete, dont l'un se fait par l'Excentrique; & l'autre par l'Epicycle; elles ne déterminent point la proportion des distances des diverses Planetes entre elles. Pour avoir cette proportion, on suppose que la plus grande distance d'une Planete inferieure soit égale à la plus petite de la Planete supérieure; d'où les proportions des distances des Planetes résultent toutes différentes des Coperniciennes & des Tychoniciennes. Mais si au lieu de cette supposition arbitraire on en prend une autre plus conforme à l'indication naturelle, que les Epicycles de la seconde inégalité des trois Planetes supérieures, & les Excentriques des deux inférieures soient tous égaux au Cercle annuel du Soleil; les distances des Planetes dans le systême Ptolemaïque déterminé de cette sorte, auront les mêmes proportions entre elles que dans les systêmes de Copernic & de Tycho; & ces trois hypotheses seront équivalentes, même dans la proportion des distances, comme il est représenté dans le Planisphere du Roy. Sans les hypotheses astronomiques nous ne pouvons pas avoir la proportion des distances des Planetes au-dessus de la Lune, parce qu'il n'y en a qu'une ou deux dont la parallaxe soit immédiatement perceptible, & encore avec beaucoup de peine & d'ambiguité. C'est pourquoi ces proportions n'ont pas plus de certitude que les hypotheses. Mais il n'y a pas un Astronome aujourd'hui

d'hui qui doute de ce qui est commun aux systêmes de Copernic & de Tycho, & par conséquent aussi à celui de Ptolémée réformé & déterminé par l'hypothèse de l'égalité des Epicycles des Planetes supérieures & des Excentriques des inférieures au Cercle annuel du Soleil : ainsi les parallaxes de Mars & du Soleil que nous avons calculées, pourront servir également à ces trois célèbres systêmes ; pour trouver la proportion des distances des Planetes.

*XXXVII. Les distances de Mars & du Soleil à la Terre.*

La parallaxe horizontale de Mars étant supposée comme dans le calcul précédent, de  $25\frac{1}{3}$ , donne la distance de Mars à la Terre au temps des Observations précédentes de 8100. demi-diamètres de la Terre ; & la parallaxe du Soleil étant supposée de  $9\frac{1}{2}$  donne la distance du Soleil à la Terre de 21600. demi-diamètres de la Terre.

Voilà de grandes distances que nous venons de conclure de trois petites parallaxes. Elles sont justes selon la Trigonometrie, si l'on suppose les parallaxes exactes jusqu'aux secondes précises. Mais il est presque impossible de s'assurer de 2 ou 3 secondes dans la parallaxe totale de Mars tirée du rapport de plusieurs Observations, dont chacune est sujette à quelque erreur imperceptible. Or une variation de 3 secondes dans la parallaxe totale de Mars suffit pour faire une variation de 1000. demi-diamètres de la Terre dans sa distance, lors même qu'il est plus proche de la Terre : d'où il paroît que ce n'est pas une petite entreprise que de déterminer sa moindre distance à la Terre à 1000. demi-diamètres de la Terre près ; & par conséquent celle du Soleil à 2000. ou 3000. demi-diamètres près.

Si la parallaxe de Mars étoit telle qu'elle résulte des hypothèses de Tycho, qui la font monter jusqu'à 8 minutes, lors que Mars est plus proche de la Terre ; il seroit plus facile de déterminer sa distance à 3 demi-diamètres

de la Terre près, que nous ne la pouvons déterminer à 1000. demi-diamètres près, n'étant que de 25 secondes. Cela vient de ce que dans les grandes distances la difficulté de les déterminer avec la même justesse augmente en proportion doublée des distances mêmes, ou de leurs parallaxes réciproques: de sorte qu'une distance vingt fois plus grande qu'une autre est quatre cens fois plus difficile à déterminer avec la même justesse; & la même erreur d'une seconde dans une parallaxe, qui est la vingtième partie d'une autre, multiplie quatre cens fois l'erreur dans sa distance. Cette remarque est d'autant plus nécessaire que plusieurs supposent que les distances des Astres se puissent mesurer avec la même facilité & avec la même justesse que nous mesurons les distances des lieux inaccessibles sur la surface de la Terre, & qui énoncent les distances des Planetes les plus éloignées, & même celles des Etoiles fixes à lieuës & à milles comme nous faisons les distances des Villes. Ce ne seroit pas peu que de les sçavoir à quelques millions de lieuës près. Ainsi puisque la distance du Soleil à la Terre approche de 22000. demi-diamètres de la Terre, & qu'on donne communément au demi-diamètre de la Terre 1500. lieuës: on peut dire que la distance du Soleil à la Terre est environ de 33 millions de lieuës, sans répondre de la difference d'un ou de deux millions, à peu-près comme sur la Terre on ne répondroit pas d'une ou de deux lieuës sur une distance de 32 ou 33 lieuës lors qu'on en juge seulement par l'estime; & il seroit à souhaiter que par toutes les Observations qu'on peut faire & par toute la Géométrie qu'on y peut employer, on pût sçavoir les distances des Planetes supérieures à la Lune à quelque million de lieuës près, comme l'on sçait communément par l'estime la distance des Villes d'une Province à quelques lieuës près. On sçait bien avec beaucoup plus de justesse dans l'hypothese Copernicienne, & dans les équivalentes la proportion des distances des Planetes

entre elles , parce qu'on a des stations éloignées prises sur l'orbe annuel , dont le diamètre est 21 ou 22 mille fois plus grand que celui de la Terre. Mais on ne la peut sçavoir que très-imparfaitement à proportion de nos mesures prises sur la Terre , qui n'est que comme un point à l'égard de ces grandes distances.

*XX XVIII. La proportion de la grandeur du Soleil à celle de la Terre.*

Le demi-diamètre apparent du Soleil dans la moyenne distance à la Terre est de 16' 6", qui font 966 secondes. La centième partie de 966 est 9 $\frac{2}{3}$ ". Nous avons trouvé par le calcul précédent la parallaxe du Soleil , qui est égale au demi-diamètre de la Terre vû de la distance du Soleil de 9 $\frac{1}{2}$ ", & il n'y a point de différence qui soit sensible par les Observations entre 9 $\frac{1}{2}$ " & 9 $\frac{2}{3}$ ", que d'autres calculs donnent aussi. L'on peut donc prendre indifferemment l'un ou l'autre pour la parallaxe du Soleil , & la faire toujours pour une plus grande facilité , la centième partie du demi-diamètre apparent du Soleil. Ainsi le vrai diamètre du Soleil sera cent fois plus grand que le diamètre de la Terre , la surface du Soleil dix mille fois plus grande que celle de la Terre , & le globe du Soleil un million de fois plus grand que le globe de la Terre.

