

OBSERVATIONS
ASTRONOMIQUES

FAITES

EN DIVERS ENDROITS

DU ROYAUME.

pendant l'année 1672.

Par Monsieur CASSINI.

OBSEQUIUM

ARTIFICIOSUM

FABRIS

ENIGMATA

DURO Y AUM

INSTRUMENTA

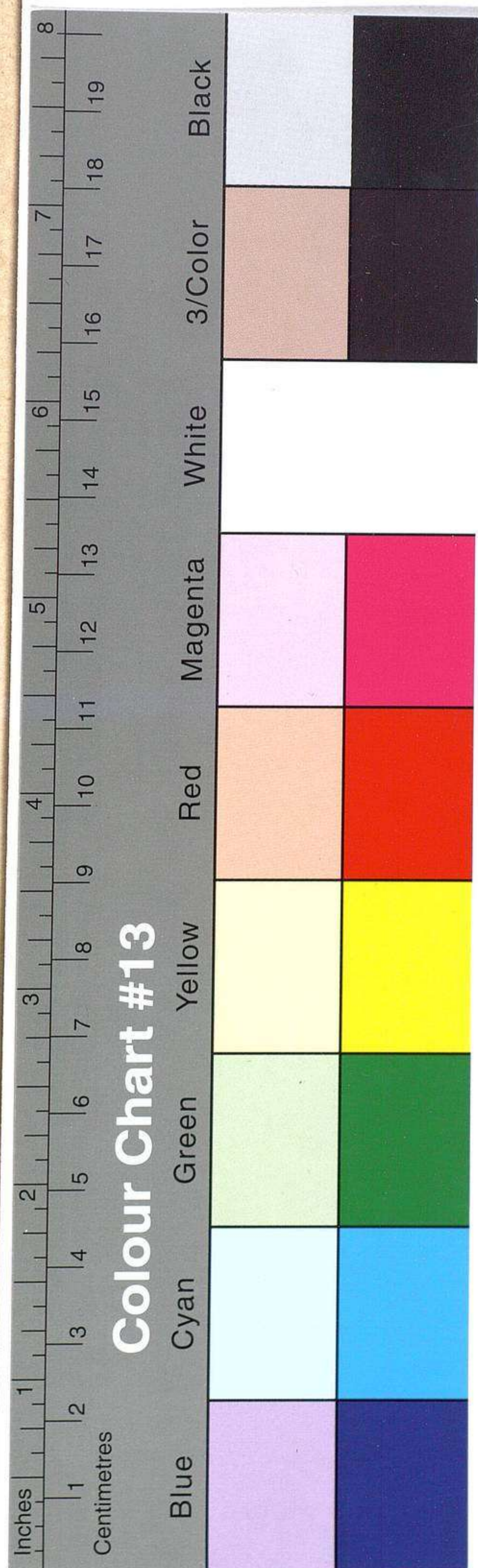
OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES FAITES EN DIVERS ENDRROITS DU ROYAUME.

AU mois de Septembre de l'année 1672. estant appellé en Provence pour des affaires pressantes, je ne voulus point m'éloigner de l'Observatoire, que je n'eusse auparavant achevé quelques observations tres-importantes concertées avec M. Richer, qui estoit allé par ordre du Roy, pour en faire de correspondantes en Cayenne. On travailloit de concert aux observations de Mars, qui estoit alors beaucoup plus proche de la terre, que le puisse estre aucune autre planète au dessus de la lune, à la reserve de Venus. Et l'on jugeoit que pendant qu'il estoit dans cette situation à laquelle il ne devoit retourner qu'après le cours de 15 années, l'on pouvoit déterminer avec moins d'erreur sa distance de la terre qui auroit servi à connoistre aussi celles des autres planètes éloignées: la proportion de ces distances entr'elles & à l'égard de celle du soleil estant mieux connue par les hypotheses modernes qu'à l'égard de la distance de la lune, & du diamètre de la terre.

Outre les observations concertées, dont les principales sont rapportées dans mon traité des Elemens Astronomiques; j'en fis quantité d'autres, qui estant comparées ensemble par de nouvelles methodes, me montroient par avance ce que je devois juger des distances recherchées.

Je les trouvois si grandes, qu'à leur égard le demidiámetro de la terre, où nous prenons nos bases pour mesurer ces distances, restoit comme imperceptible; ce que l'on voyoit par les angles des parallaxes faits à Mars, qui diminuant à mesure que les distances augmentent, se reduisoient à peu de secondes, & quelquefois à rien, & pour ainsi dire à moins que rien, puisqu'à leur place on trouvoit assez souvent des differences contraires, qui ne pouvoient naistre que de petites erreurs causées en partie par les instrumens, en partie par la constitution de l'air: & l'experience faisoit connoistre que ces petites erreurs qui sont presque inevitables dans les observations, quelque soin

A ij



4 OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES.
 que l'on prenne pour les éviter, estoient tres-souvent plus grandes que les parallaxes cherchées; de sorte que sans une précaution extraordinaire l'on pouvoit aisément prendre les erreurs mesmes pour des parallaxes.

Je ne voyois donc point d'autre moyen de surmonter ces difficultez, que par une infinité d'observations faites dans les temps les plus propres, pour suppléer par l'accord du plus grand nombre au peu d'évidence qu'elles avoient toutes seules. C'est pourquoy, quoy que j'eusse déjà fait quantité d'observations qui s'accordoient à peu près ensemble à montrer que les distances de ces planètes sont 17 ou 18 fois plus grandes que les Astronomes du siècle passé ne le supposoient; je voulus me servir de l'occasion qui se presentoit d'en faire encore d'autres avant mon départ, & les continuer dans mon voyage. Je me proposay aussi de faire en mesme temps quelques observations Geographiques, ayant pris à cet effet en ma compagnie M. Vivier qui estoit employé par ordre du Roy à travailler aux Cartes du Royaume sous la direction de l'Académie royale des sciences.

OBSERVATIONS DE MARS
avec trois étoiles fixes dans l'eau d'Aquarius.

LE 24 Septembre 1672, ayant corrigé l'horloge par les observations de ce mesme jour, & par celles des jours precedens, pour déterminer la situation de Mars, je fis avec M. Romer les observations suivantes par un Sextans de six pieds de rayon pareil à celuy que M. Richer avoit porté en Cayenne.

A 10^h 50' 29" la première des trois dans l'eau d'Aquarius marquée ↓, passa par le méridien. Il n'y avoit pas assez de temps entre cette observation & la suivante pour prendre la hauteur méridienne de cette étoile, mais on l'avoit prise le 5 du mesme mois de Septembre de

A 10^h 52' 38" la seconde & moyenne de ces étoiles passa par le méridien : sa hauteur méridienne 30^d 19' 45"

Elle avoit esté observée le 5 Septembre de 30. 13. 55.

A 10 53 42¹/₂ la troisième passa par le méridien : sa hauteur méridienne 29. 47. 20.

A 10 56 54¹/₂ Mars passa par le méridien : sa hauteur meridiene 30. 4. 0.

Ce dernier passage de Mars fut déterminé par des observations que l'on fit après avoir pris ces hauteurs; le temps qu'il falloit employer pour prendre la hauteur de la moyenne étoile n'ayant pas permis d'en user autrement. Voicy la difference des passages & des hauteurs méridiennes.

Difference

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES. 5

	<i>Difference des passages.</i>	<i>Difference des hauteurs.</i>
Entre la premiere & la seconde	0 ^h 2' 9"	0 ^d 5' 50"
Entre la seconde & la troisieme	0. 1. 4 ¹ / ₂	0. 26. 35.
Entre la troisieme & Mars	0. 3. 12.	0. 16. 40.
Entre la seconde & Mars	0. 4. 16 ¹ / ₂	0. 9. 55.
Entre la premiere & Mars	0. 6. 25 ¹ / ₂	0. 15. 45.

La difference du passage entre la premiere & la seconde, parut une seconde de temps plus grande que le 5 Septembre, & la difference des hauteurs de ces deux étoiles, parut 5 secondes de degré plus grande. On fit depuis d'autres observations, qui confirment celles du 5 Septembre.

Difference du passage entre la seconde & Mars.

<i>Heures.</i>	<i>Minutes.</i>	<i>Minutes.</i>	<i>Secondes.</i>
10.	58.	4.	16 ¹ / ₂
11.	28.	4.	15.
12.	41.	4.	14.
13.	2.	4.	13 ¹ / ₂ exacte.
13.	22.	4.	13.

Plusieurs de ces observations eurent leurs correspondantes en Cayenne.

Temps corrigé après le midy de Cayenne.

A 10^h 48' 42" la premiere étoile passa par le méridien: sa hauteur méridienne le 7 Septembre

74^d 12' 40"

A 10^h 50' 51" la seconde passa par le méridien.

A 10^h 54' 59" le bord occidental de Mars passa par le méridien: sa hauteur méridienne

73. 57. 10.

Difference des passages.

Entre la premiere & la seconde	2' 9"
Entre la seconde & le bord occidental de Mars	4. 8.
Entre la premiere & le bord occidental de Mars	6. 17.
Mars passoit en	2.
Donc entre la seconde & le centre de Mars	4. 9.
A Paris entre la seconde & le centre de Mars	4. 16 ¹ / ₂
Difference	7 ¹ / ₂

Difference des hauteurs entre la premiere & Mars.

0. 15. 30.

La difference du passage entre la premiere & la seconde, fut la

B

6 OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES.

mesme à Paris, & en Cayenne de 2' 9", quoy qu'en d'autres temps elle fut observée de part & d'autre de 2' 8", & souvent encore en Cayenne de 2' 10".

La difference du passage entre la moyenne & Mars fut plus grande de 7 secondes & demie à Paris qu'en Cayenne; & elle alloit en diminuant; de sorte qu'en comparant les observations de ce jour avec celles des jours precedens, la diminution journaliere se trouve de 47 secondes qui est presque de 2 secondes par heure. La difference entre le méridien de Paris & celui de Cayenne est de 3 heures, 39', qui en raison de 47" en 24 heures prennent 7", dont la difference du passage entre l'étoile fixe & Mars devoit diminuër à proportion entre Paris & Cayenne: ce qui s'accorde à une demi-seconde près avec celle qui se trouve en comparant les observations faites de part & d'autre; ainsi l'on peut dire qu'il y a un accord assez exact entre les observations méridiennes faites en ces deux lieux si éloignez.

Cependant les differences observées à Paris après le passage de ces astres au méridien pendant deux heures & demie, ne diminuèrent pas à proportion, comme il est aisé de voir en les comparant ensemble; & néanmoins elles devoient diminuër plus qu'à proportion des temps, à cause de la parallaxe qui devoit pousser Mars vers l'occident, & le faire avancer plus vers l'étoile fixe qui le precede. Il y a donc icy une petite difference dans les dernieres observations contre la parallaxe. On ne scauroit l'attribuër à d'autres causes qu'à celles qui font souvent varier la distance apparente de deux étoiles fixes d'une ou de deux secondes: ce que l'on attribuë plutôt au defaut des observations qu'à aucune variation réelle.

On peut juger par là de la difficulté immense de déterminer les parallaxes & les distances des planettes au dessus de la lune: puisque les erreurs des observations faites avec beaucoup de soin, peuvent excéder les parallaxes.

Mais il y a une methode plus assurée de chercher la parallaxe de Mars par les observations des hauteurs meridiennes de ce mesme jour comparées ensemble. Nous l'avons pratiquée dans le traité des Elemens, où nous avons trouvé la parallaxe de Mars de Paris à Cayenne en ce jour là de 17 secondes de degré.

Car à Paris Mars parut plus bas que la premiere de ces étoiles de

15' 45"

Et par les observations de Cayenne la hauteur meridienne de Mars diminuoit en 24 heures de

15.

Donc en 3 heures 29' qui sont de Paris à Cayenne, cette bassesse dût augmenter de

2.

Et Mars au méridien de Cayenne & au parallele de Paris devoit paroistre plus bas que l'étoile de

15. 47.

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES.

Mais en Cayenne il parut plus bas que l'étoile de 15' 30" ⁷
 Donc la parallaxe de Mars d'un de ces paralleles à l'autre résulte de 17.

Le jour suivant 25 Septembre, nous observâmes par les ouvertures des nuages quelque passage entre les étoiles d'Aquarius & Mars, qui étant comparées avec celles du jour précédent, nous donnerent le mouvement journalier de 41".

Difference du passage entre la moyenne de trois étoiles dans l'eau d'Aquarius & Mars le 25 Septembre, à

6 ^h	47'		3'	43"	$\frac{1}{4}$
7.	45.		3.	40	$\frac{3}{4}$

Enfin le 28 Septembre à 11^h du soir nous observâmes la difference du passage entre la moyenne & le bord suivant de Mars de 1' 34", qui étant comparée avec les précédentes, donne la diminution journaliere de 36".

M. Richer observa le mesme jour en Cayenne à 10^h 3' la difference du passage entre la mesme étoile & le bord occidental de Mars de 1' 27". Donc entre l'étoile & le centre de Mars elle fut de 1' 28", moindre qu'à Paris de 6"; car le jour précédent il avoit observé la difference de ces passages de 2' 3", ce qui donne aussi la diminution journaliere de 36", dont il est du à 3^h 39', qui est la difference des meridiens, 5' $\frac{1}{2}$, à une demi seconde près de la difference qui résulte de la comparaison des observations faites de part & d'autre le mesme jour.

M. Romer qui travailloit avec moy à ces observations, se chargea de les continuer de la mesme maniere après mon depart, qui fut le jour suivant, & de me les envoyer au plûtost, comme il fit. Cependant il calcula sur ces observations les ascensions droites & déclinaisons suivantes.

	<i>Ascension droite de Mars.</i>	<i>Declinaison australe.</i>
Septembre 24.	346 ^d 22' 52"	11 ^d 7' 34"
25.	346. 11. 20.	11. 6. 35.
Difference journaliere		
	11. 32.	0. 59.

A FONTAINEBLEAU ET A BRION.

Le 29 Septembre à 7' 55" du soir à Fontainebleau, Mars se voyoit en ligne droite avec la premiere & la seconde des trois susdites dans l'eau d'Aquarius, dans laquelle il avoit paru depuis le 24, & sa distance de la premiere à Mars à celle de ces deux étoiles entr'elles paroissoit comme 3 à 5. Le ciel ne me fut pas favorable pour faire d'autres observations.

Mais M. Picard qui estoit à Brion en Anjou, vit le bord précédent

8 OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES.

de Mars arriver au méridien avec la dernière de ces trois étoiles, & il dit que ce même bord estoit précédé de 1' 1" de temps par la moyenne. Il ne met donc que 1' 1" de temps entre la dernière & la moyenne, quoy que par nos observations faites plusieurs fois avant mon départ, ces deux étoiles nous parussent éloignées l'une de l'autre de 1' 4" qui est une de ces variations qui arrivent dans les observations des étoiles fixes. Il ajoute que la moyenne estoit plus boreale de 4' 25" que le centre de Mars, dont le bord supérieur a son passage par le méridien estoit élevé sur l'horizon de 31^d 31' 15", & que son diamètre estoit de 25".

Donc l'étoile étoit élevée sur l'horizon de Brion de	31 ^d 35' 4 ¹ / ₂ "
Nous venions d'observer la hauteur méridienne de cette étoile à Paris de	30. 13. 55.
L'ayant comparée à ces observations & à la hauteur du pôle de l'Observatoire de	48. 50. 10.
La hauteur du pôle de Brion en résulte de	47. 28. 37.

C'est à dire 2' 12" plus grande que M. Picard ne la supposoit.

La hauteur du pôle à Fontainebleau, que nous n'eûmes pour lors la commodité d'observer, fut depuis déterminée par les opérations Géographiques de M. Vivier de 48^d 24' ¹/₂ avec la différence du méridien de Paris à l'orient de 21 minute de degré.

A B R I A R E.

Le premier Octobre à 2^h 45' du matin à Briare, Mars vû par une lunette de 3 pieds sembloit toucher par son bord septentrional la ligne droite tirée par la première & par la seconde de l'eau d'Aquarius marqué ↓, d'où il n'estoit plus éloigné que de 6 minutes. Cette étoile paroissoit si diminuée & si affoiblie de lumière, qu'on ne la pouvoit plus distinguer ni à la vûe simple, ni par une lunette un peu plus foible.

A C O S N E S U R L O I R E,
Observation de la hauteur du pôle.

Le même jour premier Octobre à Cosne sur la rivière de Loire, le bord supérieur du Soleil, à son passage par le méridien, estoit éloigné du zénit de	50 ^d 48' 35"
D'où l'on calcula pour lors la hauteur du pôle	47. 29. 55.
Mais je receus ensuite l'observation de la hauteur méridienne du Soleil faite à Paris le même jour par M. Romer, qui ne la donnoit pourtant pas pour trop exacte. Elle estoit de	37. 51. 50.
Donc la distance du zénit	52. 8. 10.
Qui excède celle de Cosne de	1. 19. 35.
	Négli-

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES. 9

Négligeant la difference de quelques secondes à cause de la difference des meridiens, & ayant osté la difference de la hauteur du pole de Paris corrigée, de
reste la hauteur du pole de Cosne

48^d 50' 10"
47. 30. 35.

A LA CHARITE' SUR LOIRE.

Observation de la hauteur du pole.

Le mesme jour premier Octobre après les 7 heures du soir le ciel s'estant un peu éclairci du costé du septentrion, j'observay la boreale des deux precedentes dans le quarré de la grande Ourse, qui a son passage par le meridien, estoit éloignée du zenit de

69^d 14' 15"

Suivant mes observations elle devoit estre éloignée du zenit de Paris au meridien de

67. 36. 30.

La difference d'un lieu à l'autre seroit

1. 37. 45.

Et supposant la vraye hauteur du pole à Paris,

48. 50. 10.

celle de la Charité resulteroit de

47. 12. 25.

Mars ayant paru à son passage par le meridien, sa distance du zenit fut trouvée de

58. 7. 15.

D'où on calcula pour lors la hauteur du pole de

47. 15.

Mais je receus depuis les observations de M. Romer

qui avoit observé le mesme jour à Paris, la hauteur

meridienne du bord superieur de Mars de

30. 14. 5.

Donc la distance au zenit estoit

59. 45. 55.

Plus grande qu'à la Charité de

1. 38. 40.

L'ayant osté de la hauteur du pole de Paris de

48. 50. 10.

Reste la hauteur du pole à la Charité

47. 11. 40.

Eclipse de la moyenne ♄ dans l'eau d'Aquarius.

Quoy que le ciel fut alors assez beau de part & d'autre, & que l'on vist Mars pendant un assez long espace de temps, on ne vit point l'étoile moyenne, ♄ qui devoit estre cachée par son disque.

Le diametre de Mars estoit alors de

25"

Donc la hauteur du bord inferieur de Mars à Paris

30. 13. 40.

Ayant supposé la hauteur de la moyenne étoile

30. 13. 55.

le bord superieur de Mars seroit plus élevé de

10.

& l'inferieur moins élevé de

15.

Et le diametre de Mars seroit coupé par la parallele

de cette étoile en raison de 10 à 15 ou de 2 à 3.

Mais ayant supposé la hauteur de la mesme étoile de

30. 14. 0.

le bord superieur de Mars seroit plus élevé de

5.

& l'inferieur moins élevé de

20.

C

Et la parallele de la fixe couperoit le diametre de Mars en raison de 1 à 4

Les nuages qui survinrent ne permirent pas d'en voir la sortie; & l'on ne sçait pas mesme si on l'auroit pû voir immediament, car trois quarts d'heures après le ciel s'estant decouvert à Paris, M. Romer la chercha attentivement autour de Mars, & il ne la trouva qu'après l'attention de deux minutes, quand elle estoit déjà éloignée du bord oriental de Mars de deux tiers de son diametre. C'estoit alors $11^h 15'$, & le parallele de l'étoile coupoit le diametre de Mars en raison de 2 à 3. Il commença de la voir sans difficulté quand elle estoit éloignée de Mars de 3 quarts de son diametre. A $11^h 27'$ il la vit éloignée d'un diametre entier, & il observa que le parallele de l'étoile coupoit le parallele de Mars en raison de 3 à 4.

Cette difficulté de voir cette étoile de la cinquième grandeur tres-proche de Mars est considerable, d'autant qu'il n'y a point de difficulté à voir des étoiles de la mesme grandeur jusqu'au bord de la Lune. Ce qui pourroit faire juger que Mars est environné de quelque atmosphere.

Le centre de Mars estoit donc encore plus meridional que l'étoile d'un quart de diametre dans la premiere observation, & d'un septième dans la seconde.

A proportion du chemin que Mars fit en 12 minutes d'heure, on trouve par le calcul que la conjonction dût arriver à $10^h 33'$ du soir du premier Octobre à Paris, & que le centre de Mars dût arriver au parallele de l'étoile à $11^h 57'$ minutes du soir, & que quand Mars estoit au méridien, il avoit esté coupé par le parallele de l'étoile en raison de 1 à 4.

Ainsi l'étoile ne devoit estre plus basse de 5 secondes que le bord superieur de Mars, & sa hauteur meridienne devoit estre à Paris de 30 degrez $14' 0''$, comme elle avoit esté observée le 5 Septembre, le mouvement fait depuis ce temps-là estant imperceptible ne montant pas à 2 secondes.

Ces observations immediates de la situation de Mars à l'égard du parallele de cette étoile à l'heure de la conjonction est de tres-grande importance, non seulement parce qu'elles nous font distinguer la meilleure des deux observations de la mesme étoile differentes entr'elles de 5 secondes, qu'il ne faut point negliger en une affaire d'une subtilité extrême: mais aussi parce qu'elles nous delivrent du doute, dans lequel nous auroit pu jetter quelque observation faite depuis, qui montre cette étoile un peu plus élevée, & le bord superieur de Mars moins élevé audessus de son parallele. Voicy le calcul que M. Romer tira des observations de ce jour & du precedent.

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES.

11

	<i>Ascension droite de Mars.</i>	<i>Déclinaison boreale.</i>
Septembre 30	345 ^d 22' 35"	11 ^d 3' 10'
Octobre 1	345. 14. 59.	11. 0. 52.

Difference 7. 36.

2. 18.

M. Picard étant à Brion en Anjou, lieu plus occidental que Paris de 11 minutes de temps, observa le même jour à 7^h du soir, que le bord occidental de Mars passa environ 4" de temps avant la moyenne \downarrow ; & à 2^h 30' après minuit que le bord oriental de Mars precedoit cette étoile de 6" de temps. Le diametre de Mars passoit en 1" ^{$\frac{2}{3}$} . Donc en 7^h 30' la difference du passage de Mars fut de 11" ^{$\frac{2}{3}$} , & par ces observations la conjonction de Mars avec l'étoile fixe seroit arrivée à 10^h 7" c'est à dire 26 minutes plutôt que par le calcul precedent.

Bien loin de trouver cette difference considerable, il y a lieu d'admirer qu'elle soit si petite, puis qu'une demi seconde de difference dans le passage la peut produire, & M. Picard ne donnoit pas le premier passage pour bien exact.

Recherche de la parallaxe de Mars.

Le mouvement journalier tiré de la comparaison des observations de M. Picard du jour precedent 29. Septembre, avec celles du premier Octobre, fut environ de 30 secondes.

Depuis la dernière observation de M. Romer à 11^h 27 jusqu'à la dernière de M. Picard à 2^h 30, qui sont à Paris 2^h 41 il y eut 3^h 14', qui en raison de 30" par jour, donnent 4", y ajoutant 1" ^{$\frac{2}{3}$} pour le diametre de Mars dont le bord estoit éloigné de l'étoile à 11^h 26', on a 5" ^{$\frac{2}{3}$} , dont le bord oriental devoit preceder l'étoile fixe. M. Picard y trouva 6" à un tiers de seconde près de ce qui resulte de ce calcul, qui seroit l'argument de la parallaxe pour 3^h 16' presque insensible.

M. Richer observa en Cayenne le premier Octobre à 10^h 25' du soir le passage de Mars 2' 7' après la première des trois d'Aquarius, & 7' après la moyenne. Mais voicy une chose étonnante: la difference entre la première étoile & la moyenne parût de 2' 14", au lieu que par le rapport de nos observations avec les siennes des jours precedens, elle n'estoit que de 2' 9" & quelquefois même de 2' 8"; de sorte qu'il y a une difference entre divers passages de ces deux étoiles fixes de 5 à 6 secondes de temps. Cette difference augmenta encore le jour suivant, où elle parut de 2' 28".

Il y a une irregularité semblable dans les mouvemens journaliers de Mars avant & après sa conjonction avec cette étoile, néanmoins au jour de la conjonction il paroist de 29" de temps,

12 OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES.

Supposant que M. Richer ait observé le bord occidental comme les jours precedens & les suivans, la conjonction seroit arrivée en Cayenne $4^h 17'$ avant le passage de Mars au meridien, c'est-à-dire à $6^h 8'$
 après midy, & ayant ajoûté la difference entre le meridien de Cayenne & de Paris $3. 39.$
 la conjonction seroit arrivée à Paris suivant les observations de Cayenne $9. 47.$
 Mais par les observations faites à Brion, elle arriva à Paris à $10. 7.$
 Et par celles de Paris $10. 35.$
 Les differences du temps de la conjonction en tout $48.$

Toute cette difference ne dépend tout au plus que d'une seconde de temps dans le passage, dont il est bien malaisé d'éviter l'erreur.

La hauteur meridienne corrigée du bord superieur de Mars en Cayenne

$74^d 7' 15''$

Et l'augmentation journaliere $\left\{ \begin{array}{l} \text{au jour precedent à Paris} \\ \text{au jour suivant en Cayenne} \end{array} \right.$

$2. 18.$

$2. 50.$

Qui par les observations du mouvement en 12 minutes, observé à Paris, se trouve de

$1. 26.$

La hauteur meridienne de la precedente des trois \downarrow le 7, 8, & 24 Septembre fut de

$74^d 12' 40''$

Et par les observations choisies la moyenne \downarrow est plus meridionale que la precedente de

$5. 45.$

Donc la hauteur meridienne de la moyenne en Cayenne

$74^d 6' 55''$

Elevation du bord superieur de Mars sur le parallele de l'étoile vûe de Cayenne

$20.$

C'estoit alors à Paris

$14^d 4.$

Et le parallele de l'étoile passoit par le centre de Mars

$11^h 57.$

Donc Mars passa par le meridien de Cayenne $2^h 7'$ après le passage du centre de Mars par le parallele de l'étoile.

Et pendant ce temps-là Mars à proportion du mouvement observé en 12 minutes s'éleva de $7'' \frac{1}{2}$ suivant les observations de Paris. Les ayant ajoûtées à la hauteur du bord superieur de Mars sur son parallele, à $11^h 57'$, laquelle estoit de $12'' \frac{1}{2}$, le bord superieur de Mars estoit élevé sur le parallele de l'étoile au parallele de Paris de $20''$, comme en Cayenne, en mesme temps.

Il ne paroist donc icy aucune parallaxe de Mars, & il ne peut y en avoir

avoir d'autre que celle qui peut venir des erreurs des observations. Nous ne voyons pas qu'il y puisse avoir d'erreur sensible dans l'observation de Paris, où le parallèle de l'étoile fut comparé immédiatement au diamètre perpendiculaire de Mars, & où M. Romer distingua entre la section en raison de 2 à 3, & de 3 à 4, entre lesquelles il n'y a que $\frac{1}{3}$ du diamètre de Mars, qui ne monte qu'à $\frac{1}{7}$ d'une seconde. On pourroit douter du mouvement horaire tiré de ces observations. Mais si nous employons celui que l'on tire des observations de Cayenne, il en vient une erreur de 7" ou 8" contre la parallaxe, comme l'on trouve par le calcul. Nous ne nous servons icy que des différences des hauteurs ou des déclinaisons observées, dans lesquelles l'erreur est la moindre qui puisse arriver, puisque l'erreur n'augmenteroit pas quand les instrumens ne seroient pas rectifiés, & quand dans les hauteurs totales ils manqueroient de degrez entiers. Et comme dans ces observations les hauteurs de Mars & des étoiles sont égales à quelques secondes près, il n'y a point de différence causée par les refractions, qui au dessus de la lune sont égales, quand les hauteurs apparentes sont égales, quelque différence qu'il puisse y avoir dans l'éloignement des astres. Ainsi nous ne voyons pas qu'il y ait de maniere plus simple de chercher les parallaxes, que celle que nous venons de pratiquer.

La portion de la parallaxe de Mars de Paris à Cayenne en cette situation estoit à la parallaxe totale comme 59 à 100. Supposant que dans les observations il y eût un quart de minute d'erreur qui fist évanouir la parallaxe de Mars de Paris à Cayenne, la parallaxe totale de Mars seroit de 25", à peu après égale au diamètre apparent de Mars. Nous ne sçaurions supposer une plus grande erreur en des observations faites avec un grand soin par des instrumens grands & exacts. Ainsi nous pouvons dire que la parallaxe de Mars ne sçauroit estre plus grande que son diamètre apparent, comme nous l'avons trouvé dans le choix de plusieurs observations qui estoient d'accord ensemble. Sans faire tort aux observations précédentes & suivantes, nous pouvons rejeter l'erreur de 15 secondes sur la hauteur de Mars observée en Cayenne de $74^d 7' 15''$, laquelle estant augmentée de 15 secondes sera de $74^d 7' 30''$, & les différences journalieres des hauteurs seront plus d'accord ensemble. Ce que l'on peut voir en comparant l'observation de M. Richer du premier Octobre avec celles qu'il fit avant & après, éloignées entr'elles d'un nombre égal de jours.

Nous avons aussi comparé ensemble les passages de Mars & de ces étoiles fixes observées à Paris avec ceux qui furent observées en Cayenne, mais nous avons trouvé tant d'irregularitez dans les passages observez en Cayenne les 4 premiers jours d'Octobre, que nous

14 OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES.
 avons jugé qu'il y a des erreurs considerables dans les nombres. Ce qui nous a empesché de les employer dans une recherche qui demande une extrême exactitude dans les observations.

A T A R A R E.

Le 4 Octobre à 7^h 30' du soir à Tarare Mars vû par les ouvertures des nuages parut plus proche de la premiere ↓, que de la seconde de $\frac{1}{5}$ de la distance de ces deux étoiles, & éloigné de $\frac{1}{8}$ de la mesme distance de la ligne droite tirée de l'une à l'autre, du costé du Septentrion.

Le mesme jour à Paris la hauteur meridienne du bord superieur de Mars	30 ^d 23' 0''
Le 5 Octobre	30. 26. 35.
Et le 6 Octobre par le mesme instrument la hauteur meridienne de la premiere ↓	30. 20. 20.
En Cayenne le 4 Octobre la hauteur du bord superieur de Mars	74. 16. 5.
Et la hauteur de la mesme étoile ↓	74. 12. 40.

La methode que nous avons pratiquée cy-dessus donne une difference de parallaxe de Mars de $12''\frac{1}{2}$, d'où l'on calcule la parallaxe totale de $21''\frac{1}{5}$, & la distance de Mars à la terre de 9700 demidiames de la terre, & celle du soleil à la terre de 21800 demidiames de la terre, qui aproche de celle que nous avons trouvée proche de l'opposition de Mars avec le soleil de 22000 demidiames de la terre. La difference de 1000 demidiames de la terre en une si grande distance tirée d'une si petite parallaxe n'estant pas sensible.

Hauteur du pole.

Le reste de la nuit du 4 Octobre le ciel ayant esté couvert, nous ne pûmes faire pour lors aucune observation pour déterminer la hauteur du pole de Tarare.

Mais au retour qui fut le 25 Novembre 1672, nous observâmes la hauteur meridienne de l'étoile polaire dans la partie superieure de son cercle de	48 ^d 20'
En ayant osté la distance de l'étoile polaire au pole qui estoit alors de	2. 27.
Reste la hauteur apparente du pole	45. 53.
Et en ayant osté une minute pour la refraction reste la vraie hauteur du pole de Tarare	45. 52.

A L I O N.

Le 6 Octobre M. Mouton, qui avoit observé pendant plusieurs années & par diverses methodes la hauteur du pole de Lion, me

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES. 15
 communiqua celle qu'il preferoit aux autres de 45^d 46' 20^{''}

A THEIN EN DAUPHINE.

Le 8 Octobre à Thein, hauteur meridienne de Mars 34^d 22' 20^{''}
 Hauteur du pole à Thein 45. 7. 0.

A AVIGNON.

Messieurs Gallet & Beauchamp nous communi-
 querent la hauteur du pole d'Avignon, qu'ils avoient
 observée plusieurs fois de 43. 53. 0.

AU BAUSSET.

Le 16 Octobre au Bauffet hauteur meridienne de Mars 37. 0. 40.
 Hauteur du pole au Bauffet 43. 12. 40.

AUX LESQUES.

Le 18 Octobre aux Lesques proche de la Cioutat
 hauteur meridienne du bord superieur du Soleil 37. 3. 20.
 Hauteur du pole aux Lesques 43. 12. 50.

*A NOSTRE-DAME DE LA GARDE
 proche de Marseille.*

Le 20 Octobre le Soleil estant au meridien
 la distance de son bord superieur du zenit fut de 53. 42. 20.
 D'où on calcula la hauteur du pole de 43. 15. 25.

AU MUR PRES DE FREJUS.

Le 23 Octobre le pied droit d'Orion estant au
 meridien fut trouvé distant du zenit de 52. 2. 20.
 D'où on a tiré la hauteur du pole 43. 27. 20.
 L'épaule droite d'Orion au meridien distante du
 zenit 36. 9. 0.
 Et la hauteur du pole 43. 27. 0.
 La plus occidentale des trois étoiles dans la ceinture
 d'Orion au meridien distante du zenit 43. 3. 0.
 La hauteur du pole 43. 28. 0.
 Le grand Chien au meridien distant du zenit 59. 44. 0.
 La hauteur du pole 43. 28. 30.

A NICE.

Le 24 Octobre le Soleil estant au meridien la distance de son bord

16 OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES.

superieur au zenit fut de	59 ^d 44' 0"
& la hauteur du pole	42. 43. 5.
Le 25 Octobre la distance meridienne du bord superieur du Soleil au zenit fut de	55. 54. 0.
La hauteur du pole	43. 42. 24.
Le 26 Octobre à midy distance meridienne du bord superieur du Soleil au zenit	56. 14. 30.
D'où l'on calcula la hauteur du pole	43. 42. 25.

A T O U L O N.

L'onze Novembre l'étoile polaire estant au meridien sa plus petite distance au zenit fut de	44. 24. 30.
D'où l'on calcula la hauteur du pole.	43. 7. 30.

A N O S T R E - D A M E D E L A G A R D E
prés de Toulon.

Le 14 Novembre l'étoile polaire estant au meridien sa moindre distance au zenit fut de	44. 33. 30.
La hauteur du pole	42. 58. 30.

Observations des bassesses apparentes de l'horison de la mer vû de diverses hauteurs sur la montagne de Nostre-Dame de la Garde de Toulon.

DI V E R S E S expériences faites dans l'Academie Royale avoient fait voir que les rayons visuels qui se terminent à quelques objets éloignez sur la surface de la terre souffrent une refraction qui les fait plier de sorte, que ces objets paroissent élevez au dessus de ceux qui sont plus proches, plus qu'ils ne paroistroient sans cette refraction : & les observations faites à l'Observatoire Royal montrent que ces refractions ont une grande irregularité, estant differentes à diverses heures du mesme jour, & aux mesmes heures de differens jours, mesme au plus beau temps.

Cette irregularité de refractions rendroit douteuse la methode de mesurer la grandeur d'un degré de la circonference de la terre par les observations horizontales, sur laquelle principalement s'estoit fondé le P. Riccioli dans les operations qu'il fit sur les montagnes de Bologne, d'où il mesura la bassesse apparente de l'horizon sensible de la mer Adriatique. Ces observations luy donnerent le degré de la circonference de la terre plus grand environ d'une dixième partie de ce qui resulte des observations de l'Academie Royale, ce qui a donné lieu de douter si les degrez de la circonference de la terre ne seroient pas inégaux. C'est pourquoy il estoit important de mesurer la bassesse apparente de l'horizon de la mer vû de diverses

ses

ses hauteurs bien mesurées, & la comparer à celle qui résulte de la mesure de la terre établie dans l'Académie Royale.

Nous trouvâmes propre pour cette opération la montagne de Notre-Dame de la Garde de Toulon, dont nous mesurâmes en un beau temps la hauteur sur la surface de la mer par le nivellement en 58 stations. Un quart-de-cercle placé dans la situation horizontale nous servoit de niveau, & étant ensuite dressé à l'horizon de la mer nous monroit sa bassesse apparente, que nous observâmes de différentes hauteurs. Le nivellement fut commencé du sommet de la montagne, & les différences des hauteurs furent mesurées par une perche de 21 pied, que l'on faisoit porter & élever perpendiculairement en un lieu plus bas que le niveau de toute sa longueur, & d'où l'on ostoit la hauteur du niveau dans la station suivante, à la réserve de la dernière station, qui se termina au bord de la mer.

Nous avons calculé à ces différentes hauteurs les bassesses apparentes de l'horizon, qui dans l'hypothèse de la figure sphérique de la terre résultent de la mesure établie sur les observations de l'Académie Royale des Sciences faites dans la campagne de Paris & d'Amiens. Elles se trouvent toujours plus grandes que les bassesses observées, à la réserve de la dernière qui paroît égale; car 2 secondes de différence qui s'y trouvent n'étoient pas sensibles dans notre instrument. Nous attribuons les différences entre les bassesses observées & les calculées, à la refraction, qui élevant les rayons visuels dressés à l'horizon de la mer, ne les faisoit pas paroître si bas qu'ils auroient paru sans la refraction.

On voit par cette table que les refractions au dessous de 362 pieds ne diminuent pas si régulièrement qu'au dessus.

Si on calcule les mêmes bassesses apparentes par l'hypothèse de la mesure de la terre du P. Riccioli, on n'y trouvera point les mêmes différences, & l'on verra qu'elles s'accordent assez bien aux bassesses observées, & particulièrement dans la première, dans la 21, & dans la 49 station. Cét accord vient sans doute de ce que le P. Riccioli se fonda principalement sur les observations horizontales, qu'il crut exemptes des refractions dans le beau temps, & auxquelles il régla le choix des autres observations qu'il employa pour la même recherche.

D'où l'on peut inferer que les refractions dans la mer de Provence ne sont pas sensiblement différentes des refractions dans la mer Adriatique.

Dans ces trois observations la différence entre les bassesses observées, & les bassesses calculées est presque la 9^e partie des observées & la 10^e des calculées: ce qui peut servir d'une espèce de règle pour réduire les bassesses apparentes de l'horizon aux véritables, & récipro-

18 OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES.
 quement : quoy que la reduction ne se puisse pas faire exactement à cause de l'irregularité des refractions horisontales, qui varient sensiblement à diverses heures du jour, & tantost plus, tantost moins aux mesmes heures de differens jours, comme nous l'avons experimenté.

Observation de l'horison de la Mer.

Stations	Hauteur du niveau sur la surface de la Mer.		Bassesse apparente de l'horison de la Mer.		
	<i>pieds</i>	<i>pouces</i>	'	"	
Au sommet de la Montagne 1	1083	10 $\frac{1}{2}$	32	30	Observée.
			36	18	Calculée.
			3	48	Réfraction.
21	725	10	27	0	Observée.
			29	36	Calculée.
			2	36	Réfraction.
31	535	6	24	0	Observée.
			25	25	Calculée.
			1	25	Réfraction.
39	362	7 $\frac{1}{2}$	19	45	Observée.
			20	54	Calculée.
			1	9	Réfraction.
43	270		15	0	Observée.
			17	1	Calculée.
			2	1	Réfraction.
59	175	2	13	0	Observée.
			14	41	Calculée.
			1	41	Réfraction.
58	9		3	20	Observée.
			3	18	Calculée.

J'avois fait à Bologne de ces sortes d'observations des bassesses de l'horison, dont quelques-unes sont rapportées par le P. Riccioli au cinquième livre de sa Geographie reformée : & les ayant examinées par la mesme methode que j'ay examiné celles que je fis à Toulon sur la mesme hypothese de la mesure de la terre trouvée dans l'Academie, je n'y trouve qu'un quart de minute de difference à la bassesse de 19 minutes; au lieu que dans les observations de Toulon, à 19 minutes & 40 secondes, on y trouve 1 minute & 9 secondes.

Quoy que je fisse ces observations à Bologne avec un grand soin

pour faire une experience sensible & facile d'une nouvelle methode de mesurer quelque petit arc de la circonference de la terre par deux stations faites dans la mesme tour, que la commodité du lieu me suggeroit, je ne pretendois point m'approcher du vray par cette methode autant que je vois l'avoir fait en comparant cette mesure avec celle de l'Academie.

Je faisois plus de fond sur les observations des étoiles verticales que j'avois faites à Bologne & à Ferrare, dont quelques-unes sont aussi rapportées par le P. Riccioli dans le mesme ouvrage. Par ces observations je trouvois entre les paralleles de ces deux villes, qui sont éloignez l'un de l'autre de 20 mille & demi de Bologne, deux minutes de plus que par les observations qui furent employées par le P. Riccioli dans sa mesure de la terre. L'on peut voir ce que cét auteur jugeoit d'une telle difference, à la fin du 36 chapitre du cinquième livre, où il l'indique sans me l'attribuer, à cause des grandes difficultez qu'il y trouvoit, ne voyant pas la maniere de l'accorder à ses dimensions. Mais j'ay depuis eû le plaisir de voir que ces observations s'accordent aux dimensions faites dans l'Academie Royale. Ce que je suis obligé de dire, pour oster l'occasion de l'erreur dans laquelle peuvent tomber ceux qui comparant ensemble les dimensions de l'Academie faites aux environs de Paris avec celles du P. Riccioli aux environs de Bologne, supposent que la difference qui se trouve entre les unes & les autres se doit attribuer à la difference des lieux où elles sont faites, & s'en servent pour prouver que les degrez de la circonference de la terre sont inégaux suivant leur diverse distance de l'équinoxial & des poles.

Observations de la variation de la hauteur du Barometre, faites sur la mesme montagne.

QUOY que M. Pascal eût déjà fait de belles experiences sur la variation de la hauteur du vif-argent dans le Barometre transporté à diverses hauteurs d'une haute montagne; neanmoins parce que l'on n'avoit pris qu'en gros la difference des hauteurs des lieux où l'on avoit fait les experiences, j'avois souhaité de les faire en des hauteurs dont les differences fussent connues exactement, pour pouvoir de là juger de la hauteur de l'air qui pousse le vif-argent, & le tient en équilibre.

Nous mîmes donc le Barometre au pied de la montagne de Nostre-Dame de la Garde de Toulon en un endroit, où le vif-argent se tenoit précisément à la hauteur de 28 pouces; & l'ayant porté sur la montagne à la hauteur de 1070 pieds sur la station precedente, nous trouvâmes qu'il estoit descendu de 16 lignes, & un tiers. Ce qui est en raison de 65 pieds & demi pour ligne.

Nous avons observé plusieurs fois avec M^{rs} Picard & Mariotte, qu'en 168 pieds de difference depuis la cave jusqu'à la plate-forme de l'Observatoire, le vif-argent dans le Barometre descendoit de 2 lignes & $\frac{2}{3}$. En raison de 65 pieds & demy pour ligne, en 168 pieds, qui sont de la cave à la plate-forme de l'Observatoire, la descente du vif-argent auroit dû estre de 2 lignes & $\frac{5}{9}$: ce qui n'est pas sensiblement different de 2 lignes & $\frac{2}{3}$, la difference n'estant qu'un neuvième de ligne qui est imperceptible dans ces sortes d'observations, qui estant reiterées ne réussissent pas toujours exactement de la mesme maniere. Si la descente du vif-argent dans le Barometre estoit en proportion de l'augmentation des hauteurs, les 28 pouces de hauteur du vif-argent qui se trouvent au bas de la montagne se reduiroient à rien à la hauteur de 3668 toises, qui seroit toute la hauteur de l'air qui presse sur le vif-argent, & le fait monter à la hauteur de 28 pouces.

Mais supposé que l'air superieur soit plus rare que l'inferieur, il faudra une plus grande variation de hauteur dans la partie superieure de l'air, pour faire descendre le vif-argent dans le Barometre d'une ligne, que pour le faire descendre tout autant dans la partie inferieure. Ainsi la hauteur de l'air sera plus grande de 3668 toises.

Cette hauteur est beaucoup plus grande que celle qui est necessaire pour représenter les observations des refractions des astres, ayant supposé qu'elles se fassent par la rencontre d'une surface spherique d'un air homogene. Car pour les représenter assez bien, il suffit de supposer la hauteur de l'air de 2000 toises, & la proportion de la densité de l'ether à celle de l'air comme 1000000 à 1000184.

Cela nous donna lieu de penser qu'il se pouvoit faire que ce ne fut pas tout l'air comprimant les liqueurs qui cause la refraction des astres, mais quelque substance fluide qui n'occupe que la partie inferieure de l'air, & qui se termine par une surface spherique concentrique à la terre.

Puisque les observations des refractions des astres faites jusqu'à present s'accordent assez bien à cette hypothese; il en faudroit faire d'autres avec une grande exactitude, tant au bord de la mer, que sur les plus hautes montagnes, pour voir si les refractions observées à ces differentes hauteurs de l'air different entr'elles de la maniere que cette hypothese demande, car alors on pourroit conclure que cette substance refractive differente de celle de l'air est en effet dans la nature, au lieu que jusqu'à present cette substance ne doit passer que pour une invention commode pour le calcul des refractions, & équivalente aux dispositions naturelles qui les causent.

