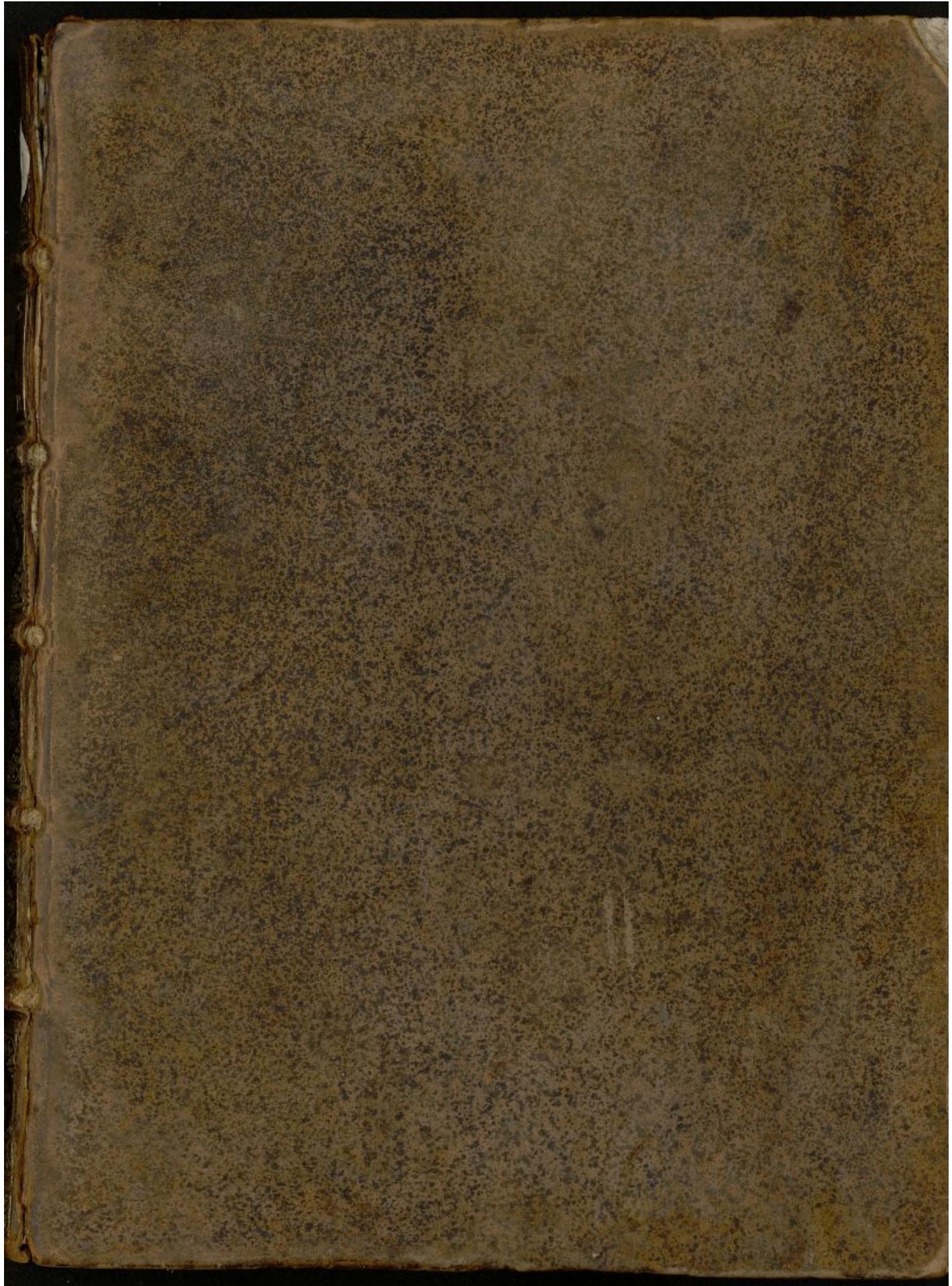


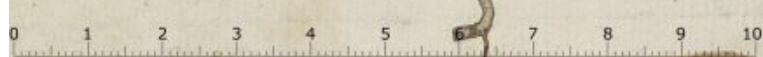
*Bibliothèque numérique*

medic@

**Hartsoeker, Nicolas. *Essay de dioptrique***

*A Paris : chez Jean Anisson, 1694.*  
Cote : 7012





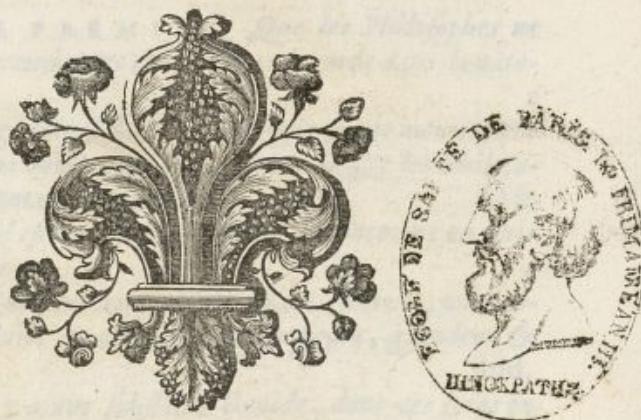
7.01.2

13732

7012

# ESSAY DE DIOPTRIQUE.

*Par NICOLAS HARTSOEKER.*



A PARIS,

Chez JEAN ANISSON Directeur de l'Imprimerie  
Royale ,ruë Saint Jacques , vis-à-vis les Maturins ,  
à la Fleur-de-Lys de Florence.

---

M. D C. X C I V.

AVEC PRIVILEGE DU R O Y.



# ESSAY DE DIOPTRIQUE

PAR NICOLAS HARTOZELIER



A PARIS

CHEZ JEAN ANTOINE DE DUCHEMIN  
ROYAL, DES SANTES-MAURES, AVENUE DES MINIMES,  
A LA LIBRAIRIE DE LA FLORE.

---

M. DC XCIA.  
PARIS PRIVILEGE DU ROI





# T A B L E D E S C H A P I T R E S.

## E S S A Y D E D I O P T R I Q U E.

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

De la nature & de l'origine des rayons de lumiere.

- A**RTICLE PREMIER. *Que les Philosophes ne sont pas d'accord entre eux s'il y a un vuide dans la nature, ou non,* <sup>2</sup>
- ART. II. *Qu'il est tres-difficile de concevoir que le mouvement se puisse faire sans vuide, si la matiere est telle que les Philosophes la conçoivent d'ordinaire,* <sup>ibid.</sup>
- ART. III. *Qu'il est encore plus difficile de concevoir un vuide dans la nature,* <sup>3</sup>
- ART. IV. *Que l'on peut croire qu'il y a dans l'univers un nombre infini de petits atomes differens en figure, grandeur & mouvement,* <sup>ibid.</sup>
- ART. V. *Qu'il y a une substance liquide, dont ces corps ou atomes sont entourz de toutes parts, & dans laquelle ils naissent sans s'entretoucher,* <sup>4</sup>
- ART. VI. *Que cette substance & les corps qu'elle enveloppe font les deux seuls elemens, dont l'univers est formé,* <sup>ibid.</sup>
- ART. VII. *Que de cette substance liquide, qu'on peut appeler le premier élément, sont formez le soleil, les étoiles fixes, & les rayons de lumiere,* <sup>ibid.</sup>

à ij

TABLE DES CHAPITRES.

CHAPITRE II.

Des corps opaques, & des corps diaphanes.

- A** RTICLE PREMIER. *Que les corpuscules du second élément nagent sans aucun ordre, & comme dans un véritable chaos, dans le premier élément : c'est-à-dire, les petits parmi les grands, les cubes parmi les boules, &c.* <sup>5</sup>
- A** RT. I<sup>1</sup>. *Que les petits se débarrassent des grands, parce qu'ils ont plus de mouvement qu'eux,* <sup>ibid.</sup>
- A** RT. III. *Qu'ils ne peuvent s'en débarrasser qu'en deux manières, ou en s'approchant, ou en s'écartant les uns des autres,* <sup>ibid.</sup>
- A** RT. IV. *Qu'ils s'en débarrasseront en s'écartant les uns des autres, parce qu'ils ont plus de mouvement que les grands, qui s'approcheront par conséquent les uns des autres, & s'assembleront vers un centre,* <sup>6</sup>
- A** RT. V. *Que de ces deux espèces de corps, les grands sont appellés pesants, & les petits légers, & que ces grands doivent descendre vers leur centre commun avec une vitesse qui doit croître à chaque instant, suivant la progression des nombres, 1. 2. 3. 4. &c.* <sup>ibid.</sup>
- A** RT. VI. *Qu'ils doivent descendre, suivant une autre progression, si l'on conçoit qu'ils descendent par des momens qui sont composés d'instans,* <sup>7</sup>
- A** RT. VII. *Qu'ils doivent descendre suivant la progression 1. 2 $\frac{1}{2}$ . 3 $\frac{1}{2}$ . &c. si chaque moment est composé de deux instans,* <sup>ibid.</sup>
- A** RT. VIII. *Qu'ils doivent descendre suivant la progression des nombres 1. 2 $\frac{4995}{5005}$ . 3 $\frac{4985}{5005}$ . &c. si chaque moment est composé de 1000. instans,* <sup>8</sup>
- A** RT. IX. *Qu'ils doivent descendre, pour ainsi dire, suivant la progression des nombres impairs, 1. 3. 5. 7. &c. si chaque moment est composé d'une infinité d'instans,* <sup>ibid.</sup>
- A** RT. X. *Comment la terre peut avoir été formée avec tout l'air*

## TABLE DES CHAPITRES.

- qui l'environne, & demeurer dans l'état où nous la voyons,  
ibid.
- ART. XI. Comment l'air qui l'environne & qui doit être  
toujours de plus en plus subtil, jusqu'à l'extremité de son tour-  
billon, peut peser sur sa surface, <sup>9</sup>
- ART. XII. Comment le poids de tout cet air peut faire la soli-  
dité des corps, <sup>10</sup> ibid.
- ART. XIII. Pourquoi certains corps doivent être fluides,  
ibid.
- ART. XIV. Pourquoi le mercure doit être fluide, <sup>11</sup> ibid.
- ART. XV. Pourquoi l'eau doit être un corps fluide, & la glace  
un corps solide, <sup>12</sup>
- ART. XVI. Pourquoi l'air tant grossier que subtil doit être  
fluide, <sup>13</sup> ibid.
- ART. XVII. Que les petits corps de l'eau, de l'air, &c. sont  
encore composés d'autres plus petits, <sup>14</sup> ibid.
- ART. XVIII. Raisons pourquoi l'eau doit être composée de  
petites boucles creuses & ouvertes de toutes parts, & l'air de  
petits filets, <sup>15</sup>
- ART. XIX. Pourquoi certains corps doivent être opaques &  
d'autres diaphanes, <sup>16</sup> ibid.
- ART. XX. Pourquoi le mercure doit être opaque, & le verre  
diaphane, <sup>17</sup>
- ART. XXI. Pourquoi tous les corps que nous connaissons, doi-  
vent s'allonger & se racourcir continuellement, <sup>18</sup> ibid.
- ART. XXII. Pourquoi il semble qu'un pendule ne doit  
avoir que 3 pieds  $7\frac{1}{2}$ . lignes pour battre les secondes à l'île de  
Cayenne, <sup>19</sup>
- ART. XXIII. Pourquoi les observations des Astronomes, qui  
se font en differens temps, sont quelquefois assez différentes  
entre elles, <sup>20</sup> ibid.
- ART. XXIV. Que les planètes ont pu être formées comme  
la terre, <sup>21</sup>
- ART. XXV. Que le soleil doit être entouré d'une espece d'air  
de même que la terre est entourée du sien, <sup>22</sup> ibid.
- ART. XXVI. Qu'on pourroit calculer la pesanteur reciproque  
de la matière, où chaque planète fait sa révolution. <sup>23</sup> ibid.

à iij

## TABLE DES CHAPITRES.

ART. XXVII. *Qu'on pourroit résoudre plusieurs problèmes de physique par les principes qu'on établit,* 15

---

## CHAPITRE III.

Des rayons qui s'étendent en ligne droite.

- A** RTICLE PREMIER. *Pourquoi les rayons de lumiere traversent certains corps en ligne droite,* 16  
ART. II. *Pourquoi il faut un peu de temps avant que la lumiere se puisse faire sentir à une tres-grande distance,* ibid.  
ART. III. *Que cette raison se confirme par l'observation du premier satellite de Jupiter.* 17  
ART. IV. *Et par une experience que l'on peut faire avec un flambeau allumé, dans un lieu qui n'a pas été éclairé depuis long-temps,* ibid.
- 

## CHAPITRE IV.

De la refraction & de la reflexion.

- A** RTICLE PREMIER. *Explication de la principale propriété de la refraction.* 18  
ART. II. *Explication d'une autre propriété de refraction.* 19  
ART. III. *Première conséquence tirée des propriétés de la refraction,* ibid.  
ART. IV. *Seconde conséquence tirée des propriétés de la refraction,* ibid.  
ART. V. *Les propriétés de la refraction confirmées par l'expérience,* 20  
ART. VI. *Que l'expérience fait voir que la raison des sinus est fort près, comme de 3 à 2, lorsque le rayon va de l'air dans le verre,* ibid.  
ART. VII. *Raison physique de la refraction en general,* 21  
ART. VIII. *Raison physique de la principale propriété de la*

## TABLE DES CHAPITRES.

refraction qui est, qu'elle se fait exactement suivant la raison  
des sinus, 23

ART. IX. Que la quantité de la refraction dépend d'un cer-  
tain équilibre de forces, que le rayon de lumiere, & l'une des  
deux matieres que ce rayon traverse, opposent conjointement  
à l'autre matiere, 24

ART. X. Que le rayon de lumiere doit reprendre précisément  
le même chemin en retournant, qu'il a pris en allant, 26

ART. XI. Que les rayons de lumiere se doivent reflechir, en  
sorte que leurs angles d'incidence & de reflexion soient égaux,  
lorsqu'en passant au travers de quelque matiere, ils rencontrent  
en leur chemin avec une certaine obliquité, une autre matiere  
qui leur fait plus de résistance, ibid.

ART. XII. Que les rayons de lumiere se doivent reflechir ain-  
si, lorsqu'en passant au travers de la matiere subtile qui est dans  
le verre, ils rencontrent en leur chemin avec un angle d'inci-  
dence de  $41^{\circ}, 48' \frac{1}{2}$ , celle qui est entre les particules de l'air, 27

ART. XIII. Pourquoi les rayons de lumiere se doivent refle-  
chir à la rencontre de toute sorte de corps durs, ibid.

ART. XIV. Objection que l'on pourroit faire contre mon hy-  
pothèse de la refraction, & réponse à cette objection, 28

ART. XV. Que les rayons de lumiere, pendant qu'ils passent  
d'une matiere dans une autre, & qu'ils se détournent de leur  
chemin dans ce passage, décrivent des lignes courbes, qui sont  
différentes des arcs de cercle, 30

ART. XVI. Que l'on pourroit rapporter plusieurs conséquences  
tirées de cette nouvelle hypothèse de la refraction, que l'on re-  
serve pour une autre occasion, ibid.

ART. XVII. Que la principale conséquence que l'on en peut  
tirer, est que la refraction doit être plus ou moins grande, sui-  
vant qu'un rayon de lumiere, en passant d'un corps transparent  
dans un autre, a plus ou moins de force, ou qu'il est plus ou  
moins rapide, 31

ART. XVIII. Raison pourquoi un rayon de lumiere, en pas-  
sant d'un corps transparent dans un autre, doit souffrir peu de  
refraction, lorsqu'il a beaucoup de force & de vitesse; & au  
contraire beaucoup de refraction, lorsqu'il a peu de force & de  
vitesse.

T A B L E D E S C H A P I T R E S.

vitesse; & qu'on peut établir là-dessus plusieurs regles,	ibid.
ART. XIX. Qu'il y a des rayons de lumiere qui frappent les uns plus les autres moins fortement les organes de la veue, & que c'est en cela que consiste toute la diversité des couleurs que l'on apperçoit,	32
ART. XX. La cause de l'apparence de la couleur rouge,	33
ART. XXI. La cause de l'apparence de la couleur jaune,	ibid.
ART. XXII. La cause de l'apparence de la couleur blanche,	34
ART. XXIII. La cause de l'apparence de la couleur bleue,	ibid.
ART. XXIV. La cause de l'apparence de la couleur violette,	ibid.
ART. XXV. Qu'il n'est pas difficile de rendre raison pourquoi les rayons coloréz qui passent au travers d'un prisme de verre, gardent toujours un certain ordre après ce passage,	ibid.
ART. XXVI. Qu'il n'est pas difficile de rendre raison de plusieurs expériences que l'on peut faire avec un prisme de verre,	35
ART. XXVII. Pourquoi certaines couleurs sont plus belles & plus vives que d'autres,	ibid.
ART. XXVIII. La cause de l'apparence du vert,	36
ART. XXIX. Remarques sur diverses apparences de lumiere qu'on laisse entrer par un petit trou rond, & qu'on reçoit à diverses distances de ce trou sur des surfaces plates qui lui sont directement opposées,	ibid.
ART. XXX. Pourquoi les ouvertures des verres objectifs qui servent aux lunettes d'approche, doivent être proportionnées à la distance de leurs foyers.	43
ART. XXXI. Ce que c'est que les couleurs fixes,	44
ART. XXXII. Que l'on en compte ordinairement jusqu'à cinq principales,	ibid.
ART. XXXIII. La cause de l'apparence de la couleur blanche,	ibid.
ART. XXXIV. La cause de l'apparence de la couleur noire,	45
ART. XXXV. La cause de l'apparence des autres couleurs fixes,	47
ART.	

T A B L E D E S C H A P I T R E S.

- A R T . XXXVI. *La cause de l'apparence de la couleur rouge,* *ibid.*  
A R T . XXXVII. *Que suivant nos principes il est facile de trouver la cause de l'apparence des autres couleurs fixes.* 48  
A R T . XXXVIII. *Qu'il y a deux ordres pour venir du blanc au noir,* *ibid.*  
A R T . XXXIX. *Que parmi les couleurs, l'une est ordinai-  
rement causée par une moindre quantité de rayons, & toujou-  
rs par des rayons plus ou moins faibles qu'une autre couleur,* *ibid.*  
A R T . XL. *Pourquoi la couleur rouge éblouit la vue, & pour-  
quois le vert la réjouit,* 49  
A R T . XLI. *Que l'art de teindre des étoffes blanches en cou-  
leur, consiste à les couvrir d'une espece de vernis dur & coloré,* *ibid.*  
A R T . XLII. *Que la couleur noire ne peut être teinte en au-  
cune autre couleur, confirme cette pensée,* 50  
A R T . XLIII. *Maniere de teindre des étoffes de laine blanche  
en couleur d'écarlate.* *ibid.*  
A R T . XLIV. *Que la cochenille dont on se sert pour teindre  
l'écarlate, paroît être le cocon d'un insecte, lorsqu'on l'exa-  
mine avec une loupe après l'avoir trempé quelques jours dans  
de l'eau,* 52  
A R T . XLV. *Pourquoi l'on se sert d'alun dans la teinture.* *ibid.*  
A R T . XLVI. *Pourquoi l'on se sert d'une chaudiere d'étain  
dans la teinture de l'écarlate,* *ibid.*  
A R T . XLVII. *Quel la dispute de deux Philosophes m'a fait entreprendre d'écrire touchant la refraction qui se fait dans l'air,* *ibid.*  
A R T . XLVIII. *Que l'on peut supposer que la matiere qui est entre les particules de l'air grossier, est plus subtile que celle qui est entre les particules de l'air subtil,* 53  
A R T . XLIX. *Qu'un rayon de lumiere, en passant une infi-  
nité de fois d'un air subtil à un autre qui l'est moins, fait à la fin une refraction sensible en décrivant une ligne courbe,* *ibid.*  
A R T . L. *Pourquoi cette refraction paroît avoir été inconnue aux Anciens,* 54

é

T A B L E D E S C H A P I T R E S.

- A R T. LI. *Qu'une experiance faite avec une lunette d'approche, rend cette refraction fort sensible,* 54
- A R T. LII. *Comment on pourroit trouver la hauteur de l'air grossier s'il y en avoit un qui fust homogene, concentrique à la terre, & enveloppé d'un autre moins grossier,* ibid.
- A R T. LIII. *Que l'endroit où une infinité de tres-petites refractions insensibles commencent à en faire une tant soit peu sensible, n'est peut-être guères plus éloigné de la terre, que n'est l'air grossier qui cause les crepuscules,* 55
- A R T. LIV. *Comment on peut determiner la hauteur de cet air grossier,* ibid.
- A R T. LV. *Que le crepuscule cesse de paroître lorsque le soleil est sous l'horizon environ de 20 degrés,* 56
- A R T. LVI. *Que la hauteur de l'air grossier est environ de 10 $\frac{1}{2}$  lieues d'Allemagne,* 59
- A R T. LVII. *La cause de l'apparence de l'aurore,* ibid.
- A R T. LVIII. *Pourquoi la lune paroist éclairée, quoiqu'elle passe par le milieu de l'ombre de la terre,* ibid.
- A R T. LIX. *Que l'on peut supposer qu'il y ait un air homogene, jusqu'à une certaine distance de la terre ; que cet air fasse un atmosphère concentrique à la terre ; & qu'il soit enveloppé d'un autre air plus subtil.* 60
- A R T. LX. *Que si l'on donne une demi-lieuë de hauteur à l'atmosphère de l'air grossier, la refraction est environ en raison de 99968 à 99941, comme l'experiance l'apprend.* 61
- Table des refractions, ou des excés des hauteurs apparentes par-dessus les veritables, 62
- A R T. LXI. *Que cette refraction ne peut pas faire paroître le diamètre horizontal de la lune d'une seconde plus grand qu'il n'est,* 63
- A R T. LXII. *Pourquoi les astres doivent paroître moins brillants à l'horizon que lorsqu'ils en sont éloignez,* 64
- A R T. LXIII. *Que la refraction dans l'air auroit une raison plus ou moins grande, suivant la differente hauteur de l'atmosphère de l'air grossier,* ibid.
- A R T. LXIV. *La demonstration de deux lemmes qui sont nécessaires pour faire voir que la refraction doit faire paroître le*

## T A B L E D E S C H A P I T R E S.

<i>diametre vertical de la lune plus petit qu'il n'est,</i>	ibid.
<b>A R T. L X V.</b> <i>Démonstration qui fait voir que la refraction qui se fait dans l'air, doit faire paroître le diamètre vertical de la lune plus petit qu'il n'est,</i>	66
<b>A R T. L X VI.</b> <i>Que l'on fera voir dans un autre Chapitre pour-quoi la lune doit paroître plus grande lorsqu'elle est à l'horizon, que lorsqu'elle est au Zenith,</i>	68

---

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

### Du point Optique.

- A RTICLE PREMIER.** *Qu'un objet qui n'étend son image que sur l'extremité d'un seul des filets du nerf optique, peut être appellé un point, quelque grandeur que cet objet puisse avoir,* 69
- A R T. II.** *Que tous les rayons de lumière qui tombent sur un objet d'une ligne en carré font un nombre de 5837478428, lorsqu'il est suffisamment éclairé; mais qu'ils y occupent autant de place que s'il y en avoit 7429518000, qui y tombassent perpendiculairement,* ibid.
- A R T. III.** *Que l'on peut dire que tous les rayons de lumière qui tombent sur une ligne en carré, font un nombre de 11674956856, lorsqu'il est suffisamment éclairé,* 72
- A R T. IV.** *Qu'il n'est pas impossible qu'un nombre infiniment au de-là de 11674956856, puisse trouver assez de place sur un objet d'une ligne en carré, & qu'il n'est par conséquent pas difficile de comprendre comment tous les rayons visuels se peuvent croiser,* ibid.
- A R T. V.** *Qu'un filet du nerf optique ne peut avoir guères plus de largeur que la cinquième partie du diamètre d'un fil d'araignée, & pas plus de grosseur que la vingt-cinquième partie d'un fil de cet animal,* ibid.
- A R T. VI.** *Qu'un objet proche ou éloigné doit toujours paroître également éclairé, pourvu qu'il soit toujours également éloigné du corps lumineux,* 73

é ij

## TABLE DES CHAPITRES.

### CHAPITRE VI.

#### De l'Oeil.

<b>A</b> RTICLE PREMIER. <i>Description de l'œil,</i>	73
ART. II. <i>Ce qui arrive dans une chambre obscure,</i>	76
ART. III. <i>Comparaison de l'œil à la chambre obscure,</i>	ibid.
ART. IV. <i>Raison pourquoi l'on voit les objets proches &amp; éloignés également distincts, &amp; qu'il faut que le changement du cristallin, aussi bien que celui de tout l'œil, y contribue en même temps,</i>	77
ART. V. <i>Ce qu'il faut faire lorsque l'objet est trop proche d'un œil trop plat, ou trop éloigné d'un œil trop vouté, pour voir cet objet distinctement.</i>	78
ART. VI. <i>Pourquoi certaines personnes sont sujettes à être myopes, &amp; d'autres à être presbytes,</i>	79

### CHAPITRE VII.

#### De la Vision.

<b>A</b> RTICLE PREMIER. <i>Explication de la maniere que se fait la vision,</i>	ibid.
ART. II. <i>Que les impressions que les objets font dans les membres extérieurs parviennent jusqu'à l'ame par l'entremise des nerfs, &amp; que les Anatomistes trouvent trois choses différentes dans ces nerfs,</i>	ibid.
ART. III. <i>Que les differens mouvemens que les objets qui sont hors de nous communiquent aux esprits animaux, excitent en nous toutes les qualitez sensibles,</i>	80
ART. IV. <i>Que les apparences de la lumiere &amp; de la couleur sont excitées en nous par les differens mouvemens que les rayons de lumiere impriment dans les esprits animaux contenus dans les filets du nerf optique,</i>	ibid.

## TABLE DES CHAPITRES.

- ART. V. *Quel l'ame ne scauroit distinguer aucune partie d'un objet, qui ne trace son image que sur l'extremité d'un seul filet du nerf optique, ni distinguer la diversité de ses couleurs,* 81
- ART. VI. *Que les objets sont vus plus ou moins distinctement suivant qu'ils étendent leurs images plus ou moins sur la retine,* 82
- ART. VII. *Qu'il y a six qualitez que nous appercevons dans les objets de la vñé, outre la lumiere & la couleur, & comment on connoist la situation que les objets peuvent avoir à l'égard de notre corps,* ibid.
- ART. VIII. *Raison pourquoi l'on voit les objets dans leur situation naturelle, quoiqu'ils representent leurs images renversées sur la retine,* ibid.
- ART. IX. *Que celui sur la retine duquel les objets auroient toujours tracé leurs images dans la vraye situation, verroit ces objets renversés, s'ils traçoient tout d'un coup leurs images renversées sur la retine,* ibid.
- ART. X. *Raison pourquoi les objets ne nous doivent pas paraître doubles, quoiqu'ils tracent leurs images dans le fond de chacun nos yeux,* 83
- ART. XI. *Raison pourquoi l'on voit les objets doubles lorsqu'on détourne les yeux,* 84
- ART. XII. *Raison pourquoi les louches ne voyent pas les objets doubles, quoiqu'ils aient les yeux détournez,* ibid.
- ART. XIII. *Comment on connoist la distance des objets,* 85
- ART. XIV. *Fondement principal de l'art de peindre,* 86
- ART. XV. *Comment l'imagination nous trompe dans le jugement qu'elle porte de la distance,* ibid.
- ART. XVI. *Ce qui contribue le plus à juger la lune plus éloignée de nous qu'elle n'est, lorsqu'elle est à l'horizon,* 87
- ART. XVII. *Comment on connoist la grandeur des objets* ibid.
- ART. XVIII. *Pourquoi nous voyons la lune plus grande à l'horizon que vers le meridien,* 88
- ART. XIX. *Comment on connoist la figure, le mouvement, & le repos des objets,* ibid.

é iij

## TABLE DES CHAPITRES.

- ART. XX. Comment l'ame s'apperçoit des objets présens, & ce que c'est que l'imagination, 89  
ART. XXI. Que les esprits animaux ne sont pas si fortement émûs dans l'imagination, qu'ils le sont par la présence des objets, à moins que l'imagination ne soit extrêmement échauffée, ibid.  
ART. XXII. Ce que c'est que l'imagination active, & ce que c'est que l'imagination passive, ibid.  
ART. XXIII. Pourquoi l'on rencontre dans les hommes tant de differens caractères d'esprits, 90  
ART. XXIV. Pourquoi les hommes surpassent infiniment les bêtes par leur scavoir, & pourquoi ce scavoir est si tardif dans les hommes, ibid.
- 

## CHAPITRE VIII.

### De la maniere de travailler les verres de lunettes.

- ARTICLE PREMIER. Que la bonté des grands verres de lunettes dépend principalement de la matière dont on les fait; mais qu'il est difficile d'en trouver qui soit bonne, 91  
ART. II. Les deffauts qui se rencontrent dans la matière, ibid.  
ART. III. Ce que c'est que les points dans le verre, ibid.  
ART. IV. Quel la recuiffion du verre sert à en ôter les points & les canaux invisibles, 92  
ART. V. Qu'un air plus subtil que celui que nous respirons est celui qui fend quelquefois le verre, ibid.  
ART. VI. Qu'il n'y a pas dequoi s'étonner qu'une larme de verre dont on casse la queue, se brise dans un ballon vuide d'air grossier, & qu'elle s'y brise avec plus de violence que dans l'air libre, 93  
ART. VII. Pourquoi les points font du mal aux verres de lunettes, ibid.  
ART. VIII. Comment on les peut éviter, 94
- [ii 5]

## T A B L E D E S C H A P I T R E S.

<b>A R T . IX.</b> <i>Ce que c'est que les larmes dans le verre, &amp; le mal qu'elles font aux grands verres de lunettes,</i>	<i>ibid.</i>
<b>A R T . X.</b> <i>Qu'elles y font plus de mal que les points,</i>	<i>ibid.</i>
<b>A R T . XI.</b> <i>Quand elles y font le plus de mal,</i>	<i>95</i>
<b>A R T . XII.</b> <i>Ce que c'est que les filets dans le verre, &amp; le mal qu'ils font aux grands verres de lunettes,</i>	<i>ibid.</i>
<b>A R T . XIII.</b> <i>Ce que c'est que les tables dans le verre,</i>	<i>ibid.</i>
<b>A R T . XIV.</b> <i>La maniere d'éviter les tables &amp; les fibres qui les accompagnent,</i>	<i>ibid.</i>
<b>A R T . XV.</b> <i>Que les fibres sont le deffaut le plus considerable de tous ceux qui se trouvent dans le verre,</i>	<i>96</i>
<b>A R T . XVI.</b> <i>Qu'il y a plusieurs sortes de fibres dans le verre,</i>	<i>ibid.</i>
<b>A R T . XVII.</b> <i>Composition du verre qui sert aux miroirs &amp; aux lunettes, &amp; ce que c'est que les fibres,</i>	<i>ibid.</i>
<b>A R T . XVIII.</b> <i>L'origine d'une certaine espece de larmes,</i>	<i>97</i>
<b>A R T . XIX.</b> <i>Qu'il n'est pas necessaire de faire voir le mal que les fibres peuvent faire aux grands verres de lunettes, &amp; qu'il y en a de plus dangereuses les unes que les autres,</i>	<i>ibid.</i>
<b>A R T . XX.</b> <i>Qu'il est inutile de recommencer le travail d'un verre de lunette, qui n'a pas réussi dés la premiere fois, &amp; pour quelle raison,</i>	<i>98</i>
<b>A R T . XXI.</b> <i>Comment il faut travailler les grands verres de lunettes,</i>	<i>ibid.</i>
<b>A R T . XXII.</b> <i>Comment il faut s'y prendre pour avoir les verres de lunettes d'un foyer déterminé,</i>	<i>99</i>
<b>A R T . XXIII.</b> <i>Comment il faut adoucir les verres de lunettes,</i>	<i>100</i>
<b>A R T . XXIV.</b> <i>Comment il les faut polir,</i>	<i>ibid.</i>
<b>A R T . XXV.</b> <i>Qu'on a obmis quelques minuties que cette maniere a de commun avec toutes les autres,</i>	<i>101</i>
<b>A R T . XXVI.</b> <i>Qu'il n'y a guéres moyen de trouver une maniere par laquelle on réussisse mieux dans le travail des grands verres de lunettes, que celle que viens d'enseigner,</i>	<i>ibid.</i>
<b>A R T . XXVII.</b> <i>Comment il faut travailler les oculaires,</i>	<i>ibid.</i>
<b>A R T . XXVIII.</b> <i>Que les molettes &amp; toutes sortes de machines, nuisent aussi bien dans le travail des oculaires, que dans</i>	

## TABLE DES CHAPITRES.

<i>le travail des grands verres de lunettes,</i>	ibid.
<b>ART. XXIX.</b> <i>Comment il faut travailler les petites lentilles,</i>	
<i>103</i>	
<b>ART. XXX.</b> <i>Comment il les faut polir,</i>	ibid.
<b>ART. XXXI.</b> <i>Comment il faut faire les lentilles qui ont leur foyer, au dessous d'une quatrième partie de ligne,</i>	ibid.
<b>ART. XXXII.</b> <i>Que les deffauts du verre nuisent autrement aux oculaires &amp; aux lentilles, qu'ils nuisent aux grands verres de lunettes,</i>	<i>103</i>
<b>ART. XXXIII.</b> <i>Qu'il importe beaucoup que les ouvrages soient bien polis,</i>	ibid.

## CHAPITRE IX.

De la maniere de se bien servir des verres de lunettes.

<b>ARTICLE PREMIER.</b> <i>Qu'il y a deux choses qui empêchent les rayons paralleles de se réunir exactement dans un point,</i>	<i>103</i>
<b>ART. II.</b> <i>Qu'il n'y a pas moyen d'éviter l'une de ces deux choses séparément,</i>	<i>104</i>
<b>ART. III.</b> <i>Que la figure sphérique y satisfait mieux que toute autre que l'imagination se pourroit former,</i>	ibid.
<b>ART. IV.</b> <i>Les démonstrations de quelques propositions touchant la reflexion,</i>	<i>105</i>
<b>ART. V.</b> <i>Les démonstrations de quelques propositions touchant la refraction,</i>	<i>111</i>
<b>ART. VI.</b> <i>Qu'il y a deux causes qui empêchent le parfait concours des rayons incidens paralleles à l'axe,</i>	<i>150</i>
<b>ART. VII.</b> <i>Que cela nous oblige à garder une certaine mesure dans les ouvertures des verres de lunettes,</i>	<i>151</i>
<b>ART. VIII.</b> <i>Maniere de déterminer ces ouvertures pour des verres de toute sorte de grandeur,</i>	ibid.
<b>ART. IX.</b> <i>Que tout ce que l'on vient de dire touchant les ouvertures des verres de lunettes, est une suite de la nature du cercle</i>	

5

## TABLE DES CHAPITRES.

- & de la refraction, 154  
ART. X. Pourquoi les ouvertures des lunettes & les foyers des oculaires doivent être en raison sousdoublée des foyers des objectifs, ibid. 155  
ART. XI. Sur quels principes on a dressé une table pour les ouvertures des objectifs & pour les foyers des oculaires. 155  
Table pour les ouvertures des objectifs, & pour les foyers des oculaires, ibid.  
ART. XII. Que la table a été dressée pour des lunettes à deux verres; & pourquoi il faut donner des ouvertures plus petites, & des oculaires plus faibles à des lunettes à quatre verres, 156  
ART. XIII. Que les lunettes doivent avoir des ouvertures d'autant plus petites que les objets sont plus lumineux, ibid.  
ART. XIV. Qu'il faudroit une lunette de près de 15 demi-diamètres de la terre, & un objectif de  $70\frac{1}{2}$  pieds d'ouverture, pour voir un objet de 5 pieds de diamètre dans la lune, ibid.  
ART. XV. Comment on a fait ce calcul, ibid.  
ART. XVI. Qu'il n'y a que trois sortes de lunettes qui peuvent être d'usage, 158  
ART. XVII. Ce que c'est que les lunettes composées d'un objectif convexe & d'un oculaire concave, & leur défaut, ibid.  
ART. XVIII. Que les lunettes de 11 ou de 12 pouces de longueur, avec un oculaire concave, ne peuvent pas être de grand usage, 160  
ART. XIX. Que les lunettes composées de deux verres convexes sont les meilleures de toutes, & pourquoi, 161  
ART. XX. Que les objets se doivent voir plus confusément vers les bords que vers le milieu de la lunette, & pourquoi, 163.  
ART. XXI. Pourquoi il est nécessaire de mettre un diaphragme au foyer commun de l'objectif & de l'oculaire, ibid.  
ART. XXII. Ce qui doit arriver lorsque l'oculaire est trop proche de l'objectif, & ce qui doit arriver, lorsqu'il en est trop trop éloigné, 164  
ART. XXIII. Ce que c'est que les lunettes à quatre verres, & leurs défauts, 165

## T A B L E D E S C H A P I T R E S.

<b>A R T. XXIV.</b> <i>Qu'une lunette à quatre verres est préférable à une à trois verres, quoi qu'il semble que le contraire devroit arriver,</i>	<i>166</i>
<b>A R T. XXV.</b> <i>Description d'une lunette à quatre verres, avec plusieurs remarques qu'on en peut faire,</i>	<i>ibid.</i>
<b>A R T. XXVI.</b> <i>Premiere remarque touchant les lunettes à quatre verres,</i>	<i>168</i>
<b>A R T. XXVII.</b> <i>Seconde remarque,</i>	<i>ibid.</i>
<b>A R T. XXVIII.</b> <i>Troisième remarque,</i>	<i>169</i>
<b>A R T. XXIX.</b> <i>Quatrième remarque,</i>	<i>170</i>
<b>A R T. XXX.</b> <i>Cinquième remarque,</i>	<i>171</i>
<b>A R T. XXXI.</b> <i>Plusieurs autres remarques touchant les lunettes à quatre verres,</i>	<i>ibid.</i>
<b>A R T. XXXII.</b> <i>Description d'une lunette à trois verres, &amp; plusieurs remarques qu'on peut faire là-dessus,</i>	<i>172</i>
<b>A R T. XXXIII.</b> <i>Qu'il est inutile de parler des lunettes à 5, à 6, à 7 verres, &amp;c.</i>	<i>174</i>
<b>A R T. XXXIV.</b> <i>Que je ne parle pas des binocles, &amp; pourquoi,</i>	<i>ibid.</i>
<b>A R T. XXXV.</b> <i>Description d'un microscope à une seule lentille,</i>	<i>ibid.</i>
<b>A R T. XXXVI.</b> <i>Les défauts de ces microscopes, &amp; pour quels objets ils peuvent le plus servir,</i>	<i>176</i>
<b>A R T. XXXVII.</b> <i>Description d'un microscope à deux verres,</i>	<i>177</i>
<b>A R T. XXXVIII.</b> <i>Comment on peut éclairer un objet qui n'est pas suffisamment éclairé,</i>	<i>178</i>
<b>A R T. XXXIX.</b> <i>Qu'il est nécessaire de mettre un diaphragme dans un microscope à deux verres, &amp; ce qu'on en peut conclure,</i>	<i>179</i>

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

Des observations faites avec des lunettes d'approche, & avec des microscopes.

**A RTICLE PREMIER.** *Qu'un objet dans la lune de 14000 pieds de diamètre, se voit sous un angle de six*

T A B L E D E S C H A P I T R E S.

minutes, avec une lunette de 36 pieds, & dont l'oculaire a 3 pouces,	179
<b>A R T. II.</b> Description d'une tache, à laquelle Riccioli a donné le nom de Tycho,	ibid.
<b>A R T. III.</b> Qu'il y a apparence que cette tache, & la plupart des autres, sont des espèces de villes,	180
<b>A R T. IV.</b> Que la tache de Tycho est la ville capitale de toutes celles qui sont situées autour,	ibid.
<b>A R T. V.</b> Que les taches 4, 11, &c. sont aussi des villes capitales,	ibid.
<b>A R T. VI.</b> Que les parties obscures ne sont pas des mers, comme on a cru; mais plutôt de grandes forêts,	ibid.
<b>A R T. VII.</b> Qu'il y a des Rochers dans la lune,	181
<b>A R T. VIII.</b> Que les fleuves, qu'il semble qu'on y découvre, ne peuvent pas être visibles, à moins d'avoir une très-grande largeur,	ibid.
<b>A R T. IX.</b> Que j'ai fait un verre de 600 pieds pour observer la lune,	ibid.
<b>A R T. X.</b> Que je donnerai à ce verre une ouverture & un oculaire d'un pied, pour reconnoître dans la lune un objet de 3500 pieds de diamètre sous un angle de 6 min.	ibid.
<b>A R T. XI.</b> Que je ferai une carte de la lune, lorsque j'aurai trouvé la commodité de me servir de ce verre,	282
<b>A R T. XII.</b> Ce qu'on observe à l'égard des deux planètes Venus & Mercure,	ibid.
<b>A R T. XIII.</b> Que la planète de Mars paroît rougeâtre, & pourquoi,	ibid.
<b>A R T. XIV.</b> Qu'il tourne en 24 heures 30 minutes sur son axe,	ibid.
<b>A R T. XV.</b> Qu'il y a plusieurs bandes claires & obscures dans la planète de Jupiter,	ibid.
<b>A R T. XVI.</b> Qu'il y a outre ces bandes plusieurs taches claires & obscures dans cette planète,	183
<b>A R T. XVII.</b> Qu'elle est accompagnée de quatre satellites, & comment ils font leur révolution,	ibid.
<b>A R T. XVIII.</b> Pourquoi ces satellites paroissent quelquefois plus & quelquefois moins grands,	ibid.

iij

T A B L E D E S C H A P I T R E S.

- A R T. XIX. Que ces satellites ne tournent pas autour de leurs axes, <sup>184</sup>  
A R T. XX. Que le globe de Jupiter est semblable au globe de la terre, <sup>ibid.</sup>  
A R T. XXI. Qu'il y a sur la terre des courants d'eau & des vents, qui vont continuellement d'Orient en Occident, & pourquoi, <sup>ibid.</sup>  
A R T. XXII. Que ces courants doivent être beaucoup plus forts dans le globe de Jupiter que sur la terre, & pourquoi, <sup>ibid.</sup>  
A R T. XXIII. Qu'il en doit arriver des changemens continuels dans le globe de Jupiter, <sup>185</sup>  
A R T. XXIV. Que les Astronomes de ce siecle ont été fort surpris de voir autour de Saturne un anneau mince & plat, qui se perd entierement de vuë, lorsqu'il présente son côté plat, ce qui lui arrive de 15 en 15 années, <sup>186</sup>  
A R T. XXV. Qu'il y a outre cet anneau cinq satellites, qui font leur revolution autour de cette planete, <sup>ibid.</sup>  
A R T. XXVI. Que ces satellites se voient quelquefois plus, quelquefois moins grands, & qu'il y en a un qui se cachent entierement pendant un certain temps, & pourquoi, <sup>187</sup>  
A R T. XXVII. Pourquoi le dernier satellite de Saturne demeure dans chaque revolution plus d'un mois invisible, & pourquoi la lune ne tourne pas autour de son axe, <sup>ibid.</sup>  
A R T. XXVIII. Que Saturne jette son ombre sur l'anneau, & l'anneau la sienne sur Saturne, <sup>ibid.</sup>  
A R T. XXIX. Qu'il est vraysemblable que Saturne tourne autour de son axe, & pourquoi, <sup>188</sup>  
A R T. XXX. Ce qui doit arriver si Saturne tourne sur son axe, & l'anneau autour de Saturne, <sup>ibid.</sup>  
A R T. XXXI. Ce qui dévroit arriver s'il y avoit de l'eau sur le côté tranchant de l'anneau, <sup>ibid.</sup>  
A R T. XXXII. Qu'on observe des taches dans le soleil; mais qu'elles sont rares à present, <sup>189</sup>  
A R T. XXXIII. Qu'il pourroit arriver qu'elles couvriront toute la surface du soleil, <sup>ibid.</sup>  
A R T. XXXIV. Ce qu'on observe touchant ces taches, <sup>ibid.</sup>

T A B L E D E S C H A P I T R E S.

- A R T. XXXV. *Quelles conjectures on peut tirer de ces observations,* 191  
 ART. XXXVI. *Quelles conclusions l'on pourroit tirer de ces conjectures, supposé qu'elles fussent vraies,* ibid.  
 ART. XXXVII. *Quelques observations de certaines lumieres venuées dans le ciel,* 192  
 ART. XXXVIII. *Que les taches du soleil n'ont guéres d'épaisseur, & d'où on le peut connoître,* 193  
 ART. XXXIX. *Qu'un globe plus grand que toute la terre, se pourroit former dans le soleil, & ce qui pourroit arriver à ce globe,* ibid.  
 ART. XL. *Que ce globe doit être entouré d'un atmosphère de fumée,* ibid.  
 ART. XLI. *Que ce globe doit paroître au milieu d'une chevelure, & avec une queue de lumière,* 194  
 ART. XLII. *Que cette queue peut paroître grande ou petite, & pourquoi,* ibid.  
 ART. XLIII. *Ce qui arrivera à ce globe, lorsqu'il s'éloigne du soleil, en sorte que nous le perdons pour quelque temps de vue,* ibid.  
 ART. XLIV. *Que ce globe nous doit faire voir à son retour vers le soleil, à peu près les mêmes phénomènes qu'il nous a fait voir en s'en allant, mais non pas entièrement, & pourquoi,* 195.  
 ART. XLV. *Qu'on peut voir passer ce globe à côté de la terre en plusieurs manières différentes,* ibid.  
 ART. XLVI. *Que ce globe doit à la fin retourner vers le soleil, & pourquoi,* 196  
 ART. XLVII. *Qu'il peut arriver que ce globe ne montre que sa fumée,* ibid.  
 ART. XLVIII. *Qu'il pourroit arriver que ce globe montrerait premierement sa fumée le matin, & ensuite le soir, avant que de paroître lui-même,* 197  
 ART. XLIX. *Que cette fumée peut paroître avec une raye obscure dans le milieu, & qu'elle peut paroître en forme d'une queue d'hirondelle,* ibid.  
 ART. L. *Que ce globe doit paroître couper l'écliptique,* ibid.

i iij

T A B L E D E S C H A P I T R E S.

- ART. LI. Que ce globe décrira une ligne courbe, composée de trois mouvemens differens, 198  
 ART. LII. Que sa fumée doit paroître décliner de l'opposition du soleil, & pourquoi, ibid.  
 ART. LIII. Que le côté convexe de la fumée doit paroître avec plus de vivacité que le côté concave, & pourquoi, ibid.  
 ART. LIV. Que ce globe doit être vu avec une lumiere d'autant vive qu'il est plus proche du soleil, ibid.  
 ART. LV. Comment ce globe peut paroître stationnaire & retrograde, 199  
 ART. LXI. Que ce globe se peut faire voir dans tous les endroits imaginables du ciel, & sans aucun mouvement réglé, ibid.  
 ART. LVII. Qu'il est impossible de marquer le temps de l'apparition de ce globe, &c. 200  
 ART. LVIII. Que l'on peut dire que ce globe n'est autre chose qu'une comète, & pourquoi, ibid.  
 ART. LIX. Qu'il n'est pas impossible que le noyau d'une comète puisse fournir autant de fumée qu'il faut pour former sa queue, 201  
 ART. LX. Les opinions d'Aristote & de Descartes touchant les cometes, ibid.  
 ART. LXI. Qu'on ne refutera pas l'opinion d'Aristote, puisque tout le monde en est assez revenu; mais qu'on refutera celle de Descartes, puisque la plupart des Philosophes d'aujourd'huy l'admettent, 202  
 ART. LXII. Experience qui fait voir qu'un objet 134 $\frac{1}{2}$  fois plus éloigné du soleil que nous, est encore 3 ou 400 fois plus éclairé qu'il ne le seroit dans une belle nuit par toutes les étoiles ensemble, ibid.  
 ART. LXIII. Que l'étoile fixe la plus proche de nous, doit étre pour le moins 16000 fois plus éloignée de nous que n'est le soleil, 203  
 ART. LXIV. Comment on a pu parvenir à ce calcul, & ce qu'on y a supposé, ibid.  
 ART. LXV. Qu'il y auroit encore plusieurs autres moyens pour parvenir à la connoissance de l'éloignement des étoiles fixes,

## T A B L E D E S C H A P I T R E S.

<i>sans avoir recours à la parallaxe,</i>	205
<b>A R T. LXVI.</b> <i>Qu'il y a des étoiles fixes que l'on découvre, qui pourroient être des millions de fois plus éloignées de nous que le soleil,</i>	206
<b>A R T. L XVII.</b> <i>Examen du système de Descartes touchant les comètes,</i>	ibid.
<b>A R T. L XVIII.</b> <i>Qu'il y a des observations de quelques co- metes fort proche de nous, &amp; au dessous de la lune, dont les Hi- storiens font mention,</i>	208
<b>A R T. L XIX.</b> <i>Qu'il est très-difficile de mesurer leur distance de la terre, lorsqu'elles sont beaucoup au dessus de la lune, &amp; pourquoi,</i>	209
<b>A R T. L X X.</b> <i>Comment on y peut parvenir le plus facilement,</i>	ibid.
<b>A R T. L XXI.</b> <i>Plusieurs observations de la comète de l'année 1680, qui nous font connoître que cette comète n'a pu tirer son origine d'autre part que du soleil,</i>	210
<b>A R T. L XXII.</b> <i>Qu'il est impossible que ces observations puissent convenir à l'hypothèse d'un mouvement égal de la comète par une ligne droite trajectoire, &amp; pourquoi,</i>	214
<b>A R T. L XXIII.</b> <i>Qu'il n'est pas difficile de rendre raison de toutes les apparences de cette comète, en supposant qu'elle tire son origine du soleil,</i>	215
<b>A R T. L XXIV.</b> <i>Objection &amp; réponse,</i>	219
<b>A R T. L XXV.</b> <i>Méthode particulière pour chercher la distance qu'il y a de la terre à une comète,</i>	ibid.
<b>A R T. L XXVI.</b> <i>Que cette méthode suppose que l'on saache la distance du soleil à la terre,</i>	220
<b>A R T. L XXVII.</b> <i>Qu'il seraient faciles de connoître les distances des planètes à la terre, en connaissant la distance du soleil à la terre, &amp; comment,</i>	ibid.
<b>A R T. L XXVIII.</b> <i>Comment on peut connoître le rapport que les distances des planètes ont entre elles,</i>	222
<b>A R T. L XXIX.</b> <i>Qu'il faut avoir égard aux excentricités des planètes &amp; de la terre en se servant de cette méthode,</i>	223
<b>A R T. L XXX.</b> <i>Que les comètes se font voir plutôt l'hiver que l'été, &amp; pourquoi,</i>	ibid.

## TABLE DES CHAPITRES.

- ART. LXXXI. Que certaines pierres d'une prodigieuse  
grandeur qu'on a veu quelquefois tomber du ciel, n'ont pu ve-  
nir que du soleil, 224
- ART. LXXXII. Comment une étoile peut paroître & dispa-  
roître après, ibid.
- ART. LXXXIII. Comment une étoile peut paroître & di-  
paroître en des temps réguliers, 225
- ART. LXXXIV. Que les observations que l'on peut faire  
par le moyen des microscopes sont sans nombre, ibid.
- ART. LXXXV. Que l'on voit une infinité d'insectes dans  
de l'eau croupie, & comment ils y viennent, 226
- ART. LXXXVI. Preuve de la conjecture précédente, ibid.
- ART. LXXXVII. Que l'eau qui a été remplie d'insectes,  
devient quelquefois claire & transparente, sans qu'il y en ait  
aucun, & pourquoi, ibid.
- ART. LXXXVIII. Que la semence des animaux quadru-  
pedes se trouve remplie d'une infinité d'animaux en forme de  
grenouilles naissantes, & celle des oiseaux en forme de vers ou  
anguilles, 227
- ART. LXXXIX. Conjectures que j'ai tirées de cette ob-  
servation, pour la génération, ibid.
- ART. XC. Ce que c'est que l'œuf de la femme, & comment un  
enfant vient ordinairement au monde, 230
- ART. XC I. Que l'on peut pousser bien plus loin cette nouvelle  
pensée de la génération, & comment, ibid.
- ART. XC II. Ce que j'entends sous le nom de semence, 231
- ART. XC III. Plusieurs observations touchant la semence des  
animaux, ibid.
- ART. XC IV. Que l'on peut dire la même chose de la produ-  
ction des plantes, & que les animaux & les plantes se ressem-  
blent beaucoup, 232



## ESSAY



# ESSAY DE DIOPTRIQUE



OMME les rayons de lumiere sont les principaux objets de la Dioptrique, je commencerai ce petit Traité par la recherche de leur nature & de leur origine; je m'attacheraï ensuite à la recherche de la nature des corps tant opaques que diaphanes. Je tâcherai de donner les raisons pourquoi les rayons s'étendent en ligne droite, en parcourant un corps diaphane de même espece; pourquoi en passant par des corps diaphanes de différente espece, ils se détournent de leur chemin en suivant exactement la regle des Sinus; pourquoi ils se reflechissent par la rencontre des corps durs; & pourquoi en se reflechissant, les angles d'incidence & de reflexion sont égaux.

J'expliquerai après cela ce qu'il faut entendre

A

## ESSAY DE DIOPTRIQUE.

par un point en matière d'Optique. Je ferai une petite description de l'œil, & je dirai comment se fait la vision. Ensuite je donnerai une manière aisée de travailler toutes sortes de verres de lunettes, & la manière de s'en servir avec utilité; & en dernier lieu, je donnerai plusieurs observations, qui ont été faites par leur moyen, & qui contribueront peut-être à l'éclaircissement des effets admirables de la nature.

### CHAPITRE I.

#### *De la nature & de l'origine des rayons de lumière.*

ART. I.  
Que les Philosophes ne  
sont pas d'accord entr'eux  
s'il y a un  
vide dans la  
nature ou  
non.

ON ne scauroit douter qu'il n'y ait dans l'univers un nombre infini de petits corps differens en figure, en grandeur, & en mouvement; mais on n'est guere d'accord si ces corps ont besoin de vide pour se mouvoir, ou si l'univers étant plein, il suffit pour cela qu'ils se briesent à l'infini.

ART. II.  
Qu'il est très-  
difficile de  
concevoir  
que le mou-  
vement se  
puisse faire  
sans vide, si  
la matière est  
telle que les  
Philosophes  
la conçoivent  
d'ordinaire.

Rien ne me semble plus malaisé que de soutenir le sentiment des derniers: car outre qu'il est très-difficile de concevoir, que des corpuscules d'une petitesse infinie, & qui étant sans pores ne laissent aucune prise sur eux, puissent être tournez & figurez en boules, en vis, ou en telle autre manière qu'il plait à un Philosophe de leur donner, & dont il a besoin pour son système; il me semble tout-à-fait impossible que le mouve-

## ESSAY DE DIOPTRIQUE.

3

ment se puisse faire dans le plein tel que les Philosophes le conçoivent d'ordinaire. Car comment peut-on s'imaginer que deux corps qui se touchent immédiatement, puissent être séparés l'un de l'autre, puisque leur séparation ne suppose pas seulement entre eux un intervalle le plus petit qu'il est possible, & par conséquent des corpuscules de même pour le remplir, ce qui détrueroit entièrement la divisibilité de la matière à l'infini, qui est si nécessaire à ces Philosophes; mais puisqu'elle supposeroit encore que ces corpuscules n'auroient besoin daucun temps pour parcourir cet intervalle, & qu'ils pourroient être parvenus jusqu'au milieu en même temps & au même instant qu'ils y entrent par les bords.

Mais s'il se rencontre de grandes difficultez dans le sentiment des Philosophes dont je viens de parler, il ne s'en trouve pas moins dans celui des protecteurs du vuide, & je ne conçois pas comment on peut admettre dans la nature un rien tout pur avec des proprietez qui ne peuvent convenir qu'à quelque chose de réel.

Je crois donc qu'il y a dans l'univers un nombre infini de petits corps differens en figure, en grandeur, & en mouvement; mais je crois en même temps qu'ils sont d'une dureté si parfaite, qu'ils ne peuvent être ni brisez, ni écornez, ni changez en aucune maniere; tellement qu'ils sont de vrais atomes, impenetrables & indivisibles de leur nature, quoique divisibles à l'infini par la

ART. III.  
Qu'il est encore plus difficile de concevoir un vuide dans la nature.

ART. IV.  
L'on peut croire qu'il y a dans l'univers un nombre infini de petits atomes differens en figure, grandeur, & mouvement.

A ij

#### 4 ESSAY DE DIOPTRIQUE.

pensée, & que dans un seul on en pourroit concevoir un nombre qui iroit au delà de celui des petits corps, dont tout le monde visible est formé.

A R T. V.  
Qu'il y a une substance liquide, dont ces corps ou atomes sont entourez de toutes parts, & dans laquelle ils naissent sans s'entretoucher.

Je crois outre cela qu'il y a une substance infinitéimement étendue, par tout semblable à elle même, liquide & flexible, sans qu'elle se puisse briser ou separer en des parties qui n'aient aucune liaison avec le tout en seroient entierement détachées, & qu'elle est par consequent comme un véritable tout sans parties. Et je crois enfin que cette substance n'est jamais en repos nulle part; mais qu'elle est comme le véhicule, & le premier mobile des petits corps, dont nous venons de parler, qui y nagent, pour ainsi dire, sans pouvoir jamais s'entretoucher en étant enveloppez de tous côtez sans en être jamais abandonnez en aucun endroit:

A R T. VI.  
Que cette substance & les corps qu'elle enveloppe sont les deux seuls éléments, dont tout l'univers est formé.

Il s'ensuit delà que cette substance liquide & les corpuscules qu'elle enveloppe de tous côtez, comme nous venons de dire, sont les deux seuls éléments, dont tout l'univers est formé.

A R T. VII.  
Que de cette substance liquide qu'on peut appeler le premier élément, sont formez le soleil, les étoiles fixes & les rayons de lumière.

Le Soleil & les étoiles fixes, qui sont comme autant de soleils, ne sont que de grands amas de cette substance liquide que j'appellerai dans la suite le premier élément. Et pour ce qui est des rayons de lumière, ce n'est autre chose que des filets très-menus, ou pour mieux dire, de petits ruisseaux de ce premier élément, qui sortent du soleil & des étoiles, comme les eaux que l'on voit sortir d'une source.

## CHAPITRE II.

*Des corps opaques, & des corps diaphanes.*

**P**OÙ venir maintenant à l'examen de la nature des corps opaques & diaphanes, imaginons-nous encore, qu'il y a dans l'univers un amas infini de corpuscules differens en figure, en grandeur, & en mouvement ; que ces corpuscules nagent dans le premier élément, dont ils sont entourez de toutes parts ; mais qu'ils y nagent sans aucun ordre, & comme dans un véritable chaos, semblable à celui dont les anciens Poëtes nous ont parlé.

Cela étant supposé, puisqu'entre les corpuscules, les plus petits ont plus de surface que les grands à proportion de leurs masses, & qu'ainsi ils sont plus exposez au premier élément, qui est le premier mobile des uns & des autres, comme nous avons déjà dit, il arrivera que les plus petits corpuscules seront plus fortement agitez que les plus grands, & qu'ainsi ils se débarrasseront des grands qui n'auront pas assez de mouvement pour les suivre. C'est ce que nous voions arriver tous les jours dans une infinité de fermentations.

Or ils ne sçauroient s'en débarrasser qu'en deux manieres, ou en se mettant en un tas, pour ranger les autres tout au tour d'eux, & pour les chasser, comme d'un centre vers la circonference ; ou

**A R.T. I.**  
Que les cor-  
puscules du  
second élé-  
ment nagent  
sans aucun or-  
dre, & comme  
dans un veri-  
table chaos  
dans le pre-  
mier élément,  
c'est - à - dire,  
les petits par-  
mi les grands,  
les cubes par-  
mi les boules,  
&c.

**A R.T. II.**  
Que les petits  
se débarras-  
sent des grâds,  
parce qu'ils  
ont plus de  
mouvement  
qu'eux.

**A R.T. III.**  
Qu'ils ne  
peuvent s'en  
débarrasser  
qu'en deux  
manieres, ou  
en s'appro-  
chant, ou en

A iij

## ESSAY DE DIOPTRIQUE.

s'écartant les uns des autres.

A R T. IV.  
Qu'ils s'endébarrasseront en s'écartant les uns des autres, parce qu'ils sont plus de mouvement que les grands, qui s'approchent par consequent les uns des autres, & s'assembleront vers un centre.

A R T. V.  
Que de ces deux espèces de corps les grands sont appellés pesants, & les petits légers, & que ces grands doivent descendre vers leur centre commun avec une vitesse qui doit croître à chaque instant, suivant la progression des nombres, 1. 2. 3. 4. &c.

A R T. VI.  
Qu'ils doivent descendre, suivant une autre pro-

bien en les chassant vers ce centre pour s'en aller eux-mêmes occuper la circonference.

Mais comme il leur est bien plus facile d'aller du centre vers la circonference, où le chemin leur est tout-à-fait ouvert pour y continuer leur mouvement, que d'aller de la circonference vers le centre où ils s'embarrasseroient les uns les autres, & d'où ils seroient contraints de retourner aussi-tôt sur leurs pas ; ils prendront plutôt le chemin qui va du centre à la circonference, que celui qui va de la circonference au centre, & chasseroient ainsi les grands, vers le centre d'où ils viennent.

De ces deux sortes de corps les uns sont appelez pesants, & les autres légers ; & comme ces premiers ne sont dits pesants, que parce que d'autres qui ont plus de mouvement qu'eux les poussent par une véritable percussion, & les chassent pour occuper eux-mêmes la place où ils sont, & qu'ainsi il n'y a pas la moindre nécessité qu'ils passent en descendant vers quelque centre par tous les degrés de vitesse possibles ; nous pouvons facilement conclure qu'ils y descendront avec une vitesse qui croîtra à chaque instant, suivant la progression des nombres, 1. 2. 3. 4. 5. &c. supposé qu'il soit vrai, qu'ils reçoivent précisément à chaque instant un même degré de vitesse.

Mais si au lieu de concevoir que la chute des corps pesants se fait vers quelque centre par des instans, l'on en prenoit un certain nombre pour

ESSAY DE DIOPTRIQUE.

7

en faire un temps sensible comme un moment, & si l'on concevoit que cette chute se fit par des momens, nous trouverions, que si le chemin qui est parcouru par un corps grave dans le premier moment étoit 1, celui qui est parcouru dans le second moment seroit 2, & quelque chose de plus, & que cet excés seroit plus ou moins grand selon que le moment seroit composé de plus ou de moins d'instans, sans pouvoir pourtant jamais monter à deux ; que le chemin qui est parcouru dans le troisième moment, surpasseroit autant le chemin qui est parcouru dans le second moment, que celui-ci a surpassé le chemin qui est parcouru dans le premier moment, & ainsi de suite.

De cette maniere, si l'on avoit pris deux instans pour faire un moment, le corps grave seroit descendu suivant la progression des nombres 3. 7. 11. 15. ou bien ce qui est la même chose, & en même raison, suivant la progression des nombres, 1.  $2\frac{1}{3}$ .  $3\frac{2}{3}$ . 5. &c. ensorte que l'espace parcouru, & celui qui est à parcourir immédiatement après, auroient toujours été differens entr'eux de  $1\frac{1}{3}$ .

Progression des instans.	1. 2.	3. 4.	5. 6.	7. 8.	&c.
Progression des espaces dont chacun est parcouru en deux instans.	3.	7.	11.	15.	&c.
Ou en même raison.	1.	$2\frac{1}{3}$ .	$3\frac{2}{3}$ .	5.	&c.

### ESSAY DE DIOPTRIQUE.

**A R T. VIII.** Si l'on avoit pris 1000 instans pour faire un moment, le corps grave seroit descendu suivant la progression des nombres, 500500. 1500500. 2500500. 3500500. &c. ou bien ce qui est la même chose & en même raison, suivant la progression des nombres, 1.  $2\frac{4995}{5005}$ .  $4\frac{4985}{5005}$ .  $6\frac{4975}{5005}$ . &c. ensorte que l'espace parcouru, & celui qui est à parcourir immédiatement après, auroient toujours été differens entr'eux de  $1\frac{4995}{5005}$ .

Progression des instans.	1. 2. 3. &c. 1000.	1001. 1002. &c. 2000.	2001. 2002. &c. 3000.
Progression des espaces dont chacun est par- couru en 1000 instans	500500.	1500500.	2500500.
Ou en même raison.	1.	$2\frac{4995}{5005}$ .	$4\frac{4985}{5005}$ .

**A R T. IX.** Au reste, plus on auroit pris d'instans pour faire un moment, plus on seroit approché de la progression trouvée par Galilée; c'est-à-dire de la progression des nombres impairs, 1. 3. 5. 7. &c. si cha-  
que moment est composé d'une infinité d'instans.

**A R T. X.** Comment la terre peut avoir été for-  
mée avec tout l'air qui l'en-  
vironne, & de-  
meurer dans

Si nous faisons reflexion à présent, que d'un amas d'une infinité de corps differens en figure, en grandeur, & en mouvement, les uns sont contraints d'aller du centre à la circonference, & les autres de la circonference au centre ; nous con-  
cevrons sans peine comment la terre peut avoir été formée, & comment elle est demeurée jusqu'à présent dans l'état où nous la voyons, entourée & pressée par une matiere qui pese vers son centre,

&

ESSAY DE DIOPTRIQUE.

9

& qui s'étend, pour ainsi dire, d'étage en étage l'état où nous la voyons.  
jusqu'au delà de la lune.

L'air grossier que nous respirons, forme le premier étage, & pese sur la surface de la terre, y étant poussé & pressé par une autre espece d'air, ou matière plus subtile qui s'en débarrasse, & qui s'élève au dessus de cet air grossier autant qu'il peut, pour y former un second étage, qui pese par la même raison sur le premier, comme un troisième pese sur celui-ci; & ainsi de suite, jusqu'au dernier qui pese sur tout, & qui termine le tourbillon de la terre.

C'est par le poids de toute cette matière qui s'étend depuis la surface de la terre jusqu'à l'extremité de son tourbillon, que les parties des corps solides sont liées si fortement ensemble que souvent on ne les sécuroit desunir sans l'aide de quelque instrument, & que souvent même le feu le plus violent ne sécuroit les séparer suffisamment les uns des autres pour les mettre en fusion, & les faire couler.

On peut donc conclure que les corps que nous appelons fluides ne le sont, que parce que cette pesanteur ne peut pas lier leurs parties ensemble, soit à cause de leur figure, ou parce qu'il y a peu ou point de pesanteur qui agisse sur eux.

Le mercure n'est donc fluide qu'à cause que les petits corps dont il est composé, sont sans doute de petites boules massives & bien polies, qui ne peuvent être arrêtées.

A R T. XI.  
Comment l'air qui l'environne & qui doit être toujours de plus en plus subtil jusqu'à l'extremité de son tourbillon, peut peser sur sa surface.

A R T. XII.  
Comment le poids de tout cet air peut faire la solidité des corps.

A R T. XIII.  
Pourquoi certains corps doivent être fluides.

A R T. XIV.  
Pourquoi le mercure doit être fluide.

B

**A R T. XV.** L'eau n'est fluide qu'à cause que ses petits corps  
 Pourquoi l'eau doit être un corps fluide & la glace un corps solide.  
 ne sont peut-être que de petites boules, ou d'une figure approchante, creuses en dedans, ouvertes de toutes parts, & remplies d'une matière fort

subtile, qui ne peuvent être arrêtées, que lorsque le premier élément diminue au-tour d'elles, en sorte qu'en se rencontrant par leurs ouvertures, qui doivent presque faire l'effet de petits plans, elles ne puissent plus rouler, & qu'ainsi elles soient aussi-tôt liées ensemble par la pesanteur pour faire un corps solide & diaphane qu'on appelle de la glace ; mais que la moindre chaleur, c'est-à-dire, la moindre augmentation du premier élément au-tour d'elles délie facilement, à cause de la petiteur des plans par lesquels ces corps sont liez ensemble.

**A R T. XVI.** Si l'air est fluide, ce n'est qu'à cause que les petits corps dont il est formé, & qui ne sont apparemment que des filets très-menus & mal arrangez, sont si peu liez ensemble & en si peu d'endroits, que le moindre mouvement les peut facilement desunir ; mais l'air ou la matière la plus subtile n'est fluide, que parce qu'il n'y a point de pesanteur qui agisse sur elle.

**A R T. XVII.** Au reste l'on peut croire que les petits corps qui composent le mercure, l'eau, l'air, & toutes sortes de corps solides sont encore formez chacun de plusieurs petits corps, qui se joignans de fort près, & par des plans qui sont fort grands à proportion de leurs masses, se peuvent rarement desunir.  
 Que les petits corps de l'eau, de l'air, &c. sont encore composés d'autres plus petits.

Plusieurs raisons m'ont fait avancer que les petits corps, dont l'eau est composée, sont de petites boules, ou d'une figure approchante; qu'elles sont creuses en dedans, ouvertes de toutes parts, & remplies d'une matière très-subtile. La première est la difficulté qu'on trouve à la comprimer le moins du monde; la seconde est sa grande fluidité; la troisième, la facilité avec laquelle elle donne passage à la lumière; & la quatrième, son peu de poids, qui n'est environ que la quatorzième partie du poids d'une égale portion de mercure. Et comme le mercure, qui n'est pas encore le plus pesant des corps que nous connaissons, donne un passage fort libre à la matière magnétique, l'on peut croire que l'eau ne contient peut-être pas la vingtième, ou peut-être pas même la trentième partie de matière que contiendroit une égale portion d'un corps qui seroit tout massif & sans pores: car il est constant par les principes que nous venons d'établir, que tous les corps ne pèsent que suivant la quantité de matière dont ils sont formez.

Et pour ce qui est de l'air, puisqu'il ne pese qu'environ la huitcentième partie d'une égale portion d'eau, il doit par consequent contenir autant moins de matière, & ses petits corps doivent être faits à peu près comme nous venons de le dire.

Après avoir déterminé en quoi consiste la solidité, aussi-bien que la fluidité des corps, il sera aisé de juger que les uns sont opaques, à cause

ART. XVIII.  
Raisons pour  
quoi l'eau  
doit être com-  
posée de peti-  
tes boules  
creuses & ou-  
vertes de tou-  
tes parts, &  
l'air de petite  
filiers.

ART. XIX.  
Pourquoi cer-  
tains corps  
doivent être  
opaques &

B ij

d'autres dia-  
phanes.

que les rayons de lumiere n'ont pas assez de force pour separer & pour ranger tellement leurs parties qu'ils puissent librement passer au travers ; & que les autres ne sont diaphanes, que parce qu'ils peuvent facilement separer leurs parties les unes des autres , & les ranger en sorte qu'ils les puissent penetrer assez librement.

**A R T. X X.**  
Pourquoi le  
mercure doit  
être opaque,  
& le verre  
diaphane.

Le mercure, quoique fluide, sera pourtant opaque , à cause que les rayons de lumiere n'auront pas assez de force pour ranger les petites boules massives dont il est formé , en sorte qu'ils les puissent librement traverser. Et le verre au contraire, quoique solide, sera pourtant diaphane , par ce que ses petits corps sont peut-être des especes de poliedres, qui sont creux en dedans, ouverts par leurs plans , & remplis d'une matiere fort subtile, qui donne facilement passage aux rayons de lumiere. Son peu de poids prouve en quelque maniere ce que nous venons d'en avancer , & il est necessaire que ses petits corps soient des especes de poliedres, puisque le poids , & la pression de la matiere étherée ne les fçauroit sans cela lier ensemble , & en faire un corps solide.

**A R T. X X I.**  
Pourquoi  
tous les corps  
que nous con-  
noissons doi-  
vent s'allon-  
ger & se ra-  
courcir conti-  
nuellement.

Puisque nous avons dit que chaque petit corps est entouré de tous côtez du premier élément , qui n'est jamais en repos nulle part , on me pourroit objecter qu'aucun de ces petits corps ne le doit jamais être non plus; mais qu'ils doivent tous être dans une agitation continue , s'écartant ou s'approchant toujours quelque peu les uns des autres,

felon que le premier élément s'augmente au-tour d'eux, ou qu'il s'y diminuë. Mais bien loin d'en desavoüer la consequence, j'en suis tres-persuadé, & je crois qu'on n'en scauroit plus douter, depuis qu'on scait par experiance que plusieurs lames de differente matière, comme de cuivre, de fer, de verre, &c. qui sont parfaitement de même grandeur aujourd'hui, ne le sont plus quelques jours après.

Et je croirois volontiers que c'est cette agitation continue des parties des corps solides, qui est la cause que l'on observe, qu'un pendule ne doit avoir que 3. pieds  $7\frac{1}{4}$  lignes pour battre les seconde à l'Isle de Cayenne, & qu'il doit avoir 3. pieds  $8\frac{1}{4}$  lignes pour battre les mêmes seconde à Paris : car un pendule qui a 3 pieds  $8\frac{1}{4}$  lignes à Paris sera sans doute allongé de  $1\frac{1}{4}$  lignes par le chemin jusqu'à la Cayenne ; c'est-à-dire  $1\frac{1}{4}$  lignes apparentes, & allongées, qui font  $1\frac{157+3+2}{62+9+22}$  ligne mesure de Paris : de maniere que si on l'accourcit de  $1\frac{1}{4}$  lignes ou plutôt de  $1\frac{157+4+2}{63+9+28}$  dont il s'est allongé, il lui restera encore 3. pieds  $8\frac{1}{4}$  lignes pour y battre les seconde de même qu'à Paris, & non pas 3 pieds  $7\frac{1}{4}$  lignes, comme l'on a crû jusqu'à présent.

Je crois encore que c'est cette agitation continue des parties des corps solides qui est la principale cause de tant de difference que l'on remarque entre les observations des Astronomes, qui se font en differens temps : car cette agita-

ART. XXII.  
Pourquoi il  
semble qu'un  
pendule ne  
doit avoir que  
3. pieds  $7\frac{1}{4}$  li-  
gnes pour bat-  
tre les secon-  
des à l'Isle de  
Cayenne.

ART. XXIII.  
Pourquoi les  
observations  
des Astro-  
nomes qui se  
font en diffé-  
rents temps,  
sont quelque-

## 14 ESSAY DE DIOPTRIQUE.

fois assez dif-  
ferentes entre  
elles.

tion des parties doit alterer assez sensiblement l'instrument avec lequel on fait les observations, & y apporter un changement assez remarquable; c'est-à-dire, si le limbe est d'une autre matiere que le reste de l'instrument, & que l'un soit, par exemple, de cuivre, & l'autre de fer, qui sont deux metaux qui s'allongent ou se racourcissent différemment. Pour y remedier on pourroit faire chaque instrument d'une même matiere, ou bien d'une seule fonte.

ART. XXIV.  
Que les pla-  
netes ont pû  
être formées  
comme la ter-  
re.

Si la terre a pû être formée de la maniere que nous l'avons dit, nous pouvons croire que les planetes, & même la lune & les satellites de Jupiter & de Saturne auront pû être formez de même, & qu'ils auront pû par la même raison demeurer jusqu'à present dans l'état où nous les voions.

ART. XXV.  
Que le soleil  
doit être en-  
touré d'une  
espece d'air  
de même que  
la terre est  
entourée du  
sien.

Au reste, nous pouvons croire que le soleil est entouré d'une matiere qui s'étend jusqu'au delà des planetes, & qui pese vers son centre, par la même raison que nous avons dit, que la matiere étherée qui environne la terre, pese vers le sien; & qu'ainsi cette matiere qui pese vers le soleil est aussi d'autant plus grossiere & d'autant plus condensée qu'elle en est plus proche.

ART. XXVI.  
Qu'on pour-  
roit calculer la  
pesanteur re-  
ciproque de  
la matiere ou  
chaque pla-  
nète fait sa ré-  
volution.

Et s'il est vrai que les rayons de lumiere sont la seule cause du mouvement des planetes, nous pourrions trouver en quelque maniere de combien la matiere, dans laquelle une planete fait sa révolution, est plus ou moins condensée & pesante, que celle où une autre fait la sienne, suppo-

sé que l'on scache leurs grandeurs & leurs distances du soleil.

Je pourrois dire ici pourquoi les satellites ont dû atteindre aux tourbillons de leurs planetes principales, & aller tous par consequent d'Occident en Orient; pourquoi la matiere, qui est à l'extremité d'un tourbillon de quelque planete, doit être moins condensée, que celle qui est à l'endroit du tourbillon du soleil, où cette planete fait sa revolution; pourquoi ces deux differentes matieres, quoique l'une soit plus condensée que l'autre, ne se doivent pourtant pas confondre; pourquoi les tâches du soleil marchent si lentement au tour de cet astre; comment la terre peut être fort creuse en dedans; comment l'anneau de Saturne a pu être formé; pourquoi certains corps sont mols, & pourquoi d'autres sont tres-durs; pourquoi les corps durs font ressort; pourquoi un corps se fond plus facilement qu'un autre; pourquoi le mercure est un dissolvant de plusieurs corps; pourquoi il doit descendre dans le barometre, lorsqu'il fait un temps pluvieux & orageux, & pourquoi il y doit monter, lorsqu'il fait un temps serein; pourquoi le sel empêche l'eau de se geler, & plusieurs autres choses de cette nature: mais cela me meneroit trop loin de mon sujet, outre que tout cela se déduit assez facilement des principes que nous venons d'établir.

ART. XXVII.  
Qu'on pour-  
roit résoudre  
plusieurs pro-  
blèmes de  
physique par  
les principes  
qu'on établit.

## CHAPITRE III.

*Des rayons qui s'étendent en ligne droite.*

ART. I.  
Pourquoi les  
rayons de lu-  
miere tra-  
ver-  
sent certains  
corps en ligne  
droite.

**L**ORSQUE les rayons sortent des corps lumineux, ils rangent, comme nous avons déjà dit, les corpuscules les plus menus du second élément, en sorte qu'ils peuvent assez librement passer au travers ; & il est impossible qu'ils y puissent passer autrement qu'en ligne droite, tant que la matière est homogène, & par tout semblable à elle-même le long de leur passage, & qu'ainsi cette matière, en les pressant & en les poussant également de toutes parts, ne leur fait pas plus d'obstacle d'un côté que de l'autre ; mais qu'elle leur cede également par-tout. Cela est si évident qu'il ne me semble pas meriter une plus ample explication ; de même qu'il l'est, que ces rayons peuvent commencer à se mouvoir, & à se faire sentir à une distance immense de leurs sources, presqu'en même temps qu'ils en partent, & qu'ils s'en éloignent avec tout l'effort imaginable.

ART. II.  
Pourquoi il  
faut un peu de  
temps avant  
que la lumiere  
se puisse faire  
sentir à une  
tres-grande  
distance.

Je dis presqu'en même temps, parce que je conçois clairement qu'il faut tant soit peu de temps avant qu'un rayon de lumière ait disposé & rangé les corpuscules, au travers desquels il prend son chemin ; en sorte qu'il se puisse faire sentir à une distance un peu grande, comme par exemple, du soleil jusqu'à la terre, & avant que le mouvement qu'il

qu'il acquiert à sa source, puisse parvenir & être communiqué à son extrémité : De même qu'il faudroit tant soit peu de temps à l'eau, renfermée, par exemple, dans un boyau, avant qu'elle eust suffisamment étendu ses parois, & avant qu'elle se fust mise en état de pouvoir couler d'un bout à l'autre avec un mouvement par tout égal.

Ce que la raison nous persuade ici l'expérience le confirme, & nous fait voir manifestement que le passage de la lumiere n'est pas instantané, comme plusieurs grands Philosophes l'ont crû : car on a observé par de fréquentes éclipses du premier satellite de Jupiter, que son immersion est toujours tant soit peu anticipée, & son émersion tant soit peu retardée; suivant que la terre par son cours annuel s'en approche ou s'en éloigne. L'on a conclu de là, qu'il faut quelque temps à la lumiere pour traverser un certain espace, & l'on a trouvé par le calcul, qu'il lui faut environ 22 minutes de temps pour traverser tout le diamètre de l'orbe annuel de la terre, & par consequent une seconde de temps pour traverser plus de onze cens fois cent mille toises, ou plutôt pour se faire sentir à cette distance.

D'ailleurs, il me semble que lors que j'entre avec un flambeau allumé dans une cave qui n'a pas été éclairée depuis long-temps, j'ai d'abord de la peine à reconnoître les objets, que je reconnois facilement à la même distance, dès que j'entre dans une chambre que le soleil a éclairée pendant

ART. III.  
Que cette raison se confirme par l'observation du premier satellite de Jupiter.

ART. IV.  
Et par une expérience que l'on peut faire avec un flambeau allumé dans un lieu qui n'a pas été éclairé de long temps.

C

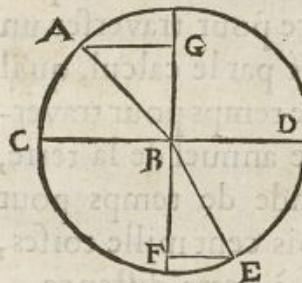
la journée. Je conclus de là que les ruisseaux de lumière n'ont pas été détruits dans la chambre, après quelques heures d'intervalle qu'ils ont cessé d'y être poussés, & d'y passer en ligne droite, comme ils l'ont été sans doute dans la cave, où il faut quelques instans à la lumière du flambeau pour former de nouveaux ruisseaux de lumière jusques aux objets, & de là jusques aux yeux.

## CHAPITRE IV.

*De la refraction & de la reflexion.*

ART. I.  
Explication  
de la principale  
propriété  
de la refraction.

**L**A principale propriété de la refraction est, qu'un rayon de lumière, comme A B, parcourant un corps transparent, comme C A G B, & rencontrant obliquement en son chemin au point B, la surface unie d'un autre corps transparent, comme C D E F, qui lui donne un passage plus libre que le premier, se détourne au point d'incidence B, vers la droite F G, qui coupe la surface C D à angles droits : en sorte qu'ayant décrit du point B le cercle A D E C, le sinus de l'angle A B G ait une certaine raison au sinus de l'angle F B E, qui est exactement la même dans toutes les inclinaisons du rayon incident.



Lorsque les rayons de lumiere sortent de l'air,  
& qu'ils entrent dans le verre, cette raison des sinus est à peu près comme de 3 à 2 : lorsqu'ils sortent de l'air, & qu'ils entrent dans l'eau, elle est fort près, comme de 4 à 3 : & ainsi cette raison est differente suivant que les rayons en sortant de l'air, entrent dans differens corps diaphanes.

Une autre proprieté des refractions est, qu'elles sont reciproques entre les rayons qui entrent dans un corps transparent, & ceux qui en sortent ; c'est-à-dire, que si le rayon de lumiere A B, lorsqu'il entre dans un corps transparent, qui lui donne un passage plus libre que celui d'où il sort, s'approche de la perpendiculaire, & se rompt en B E ; le même rayon E B, s'en éloigneroit précisément autant, & se romproit en B A , s'il retournoit de E en B.

Il s'ensuit que lorsque dans la refraction la raison des sinus est comme de deux à trois, l'angle d'incidence E B F, doit être plus petit que de  $41^{\circ} 48'$ , afin que le rayon puisse sortir du corps transparent ; & que cet angle ne doit pas exceeder  $48^{\circ} 36'$ , si les sinus sont entre eux comme de 3 à 4, sans quoi le rayon n'en scauroit sortir en aucune maniere.

Il s'ensuit encore que, lorsque cette raison est comme de 3 à 2, ou de 4 à 3, &c. un rayon entrera toujours dans un corps diaphane, quelque inclinaison qu'il puisse avoir.

Tout ceci s'accorde parfaitemenr bien avec

ART. II.  
Explication  
d'une autre  
propriété de  
la refraction.

ART. III.  
Première con-  
sequence tirée  
des proprie-  
tés de la re-  
fraction.

ART. IV.  
Seconde con-  
sequence tirée  
des proprie-  
tés de la re-  
fraction.

ART. V.  
Les propriétés  
de la refraction.

C ij

26 ESSAY DE DIOPTRIQUE.

tez de la refraction confirmées par l'expérience.

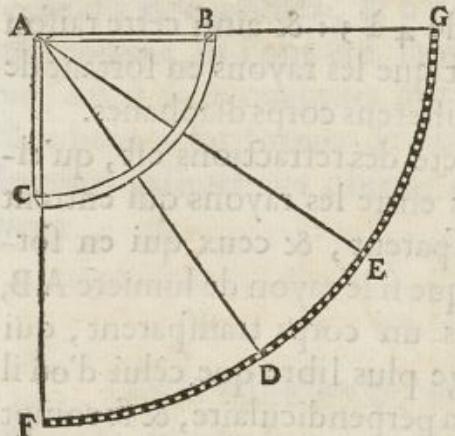
l'expérience que plusieurs personnes exactes ont faite en se servant de differens moyens pour y parvenir. Pour moi j'ay pris un quart de cercle

de verre, comme ABC, dont j'ai poli le côté AB & la courbure BC, laissant le côté AC brute, & même le couvrant d'un corps opaque. Je l'ai appliqué ainsi sur un quart de cercle de cuivre AGF, de

deux pieds de rayon, qui portoit deux alhidades AD, AE, mobiles au point A, qui est le centre commun des convexitez CB, FG; & ayant couvert tout le côté AB d'un corps opaque, hormis le point A, pour y recevoir un rayon du soleil, j'ai pû facilement, par le moyen de l'alhidade AE, prendre un angle d'incidence, comme CAE. Et comme la lumiere entrant par le centre de la convexité BC, ne doit souffrir aucune refraction en sortant par cette convexité; j'ai pû observer par l'alhidade AD, la quantité de l'angle de refraction DAE, ou de l'angle rompu FAD.

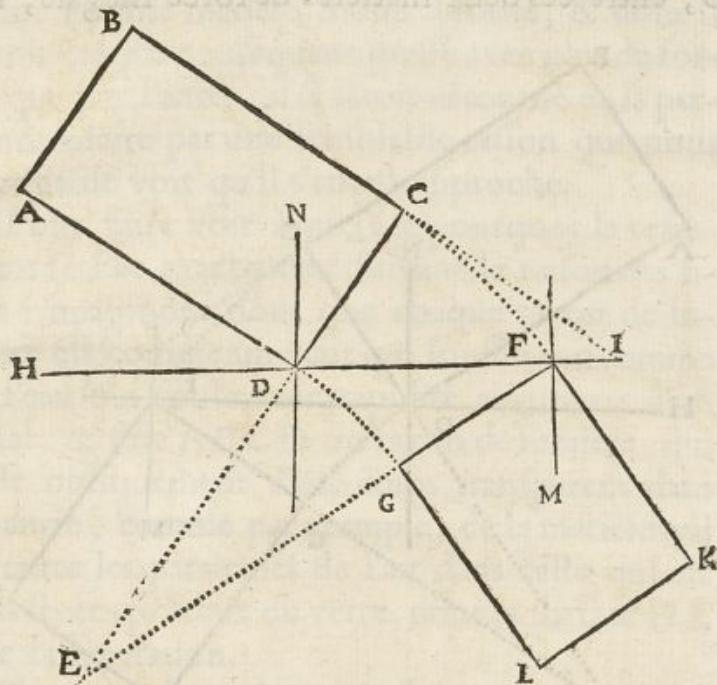
Aiant fait de cette maniere, & avec tout le soin possible, plusieurs observations sur differens angles d'incidence; j'ai trouvé que le rayon se

**ART. VI.**  
Que l'expérience fait voir que la raison des si-



rompoit toujours; en sorte que le sinus de l'angle d'incidence avoit exactement une même raison au sinus de l'angle rompu, & que cette raison étoit fort près, comme de 3 à 2.

nus est fort  
près comme  
de 3 à 2, lors  
que le rayon  
va de l'air  
dans le verre.

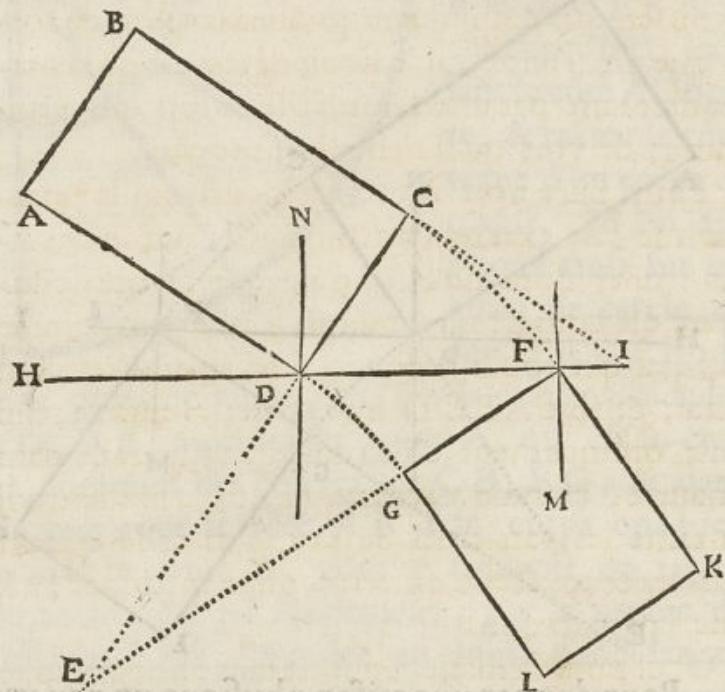


Pour donner une raison physique un peu vraisemblable de ces phénomènes, soit A B C D un rayon de lumière, qui après avoir traversé en ligne droite une matière subtile, comme par exemple, celle qui est entre les particules de l'air, & dont il étoit également pressé de toutes parts, rencontre obliquement au point D une matière plus subtile, comme par exemple, celle qui est dans les petits corps creux qui composent le verre.

A R T. VII.  
Raison physi-  
que de la re-  
fraction en  
general.

C iiij

Or comme cette dernière matière, étant plus subtile, doit presser & pousser ce rayon avec moins de force que l'autre d'où il sort ; il est évident que ce rayon, étant ainsi serré dès le point D, entre ces deux matières de force inégale, se-



ra contraint, malgré l'effort qu'il fera par sa rapidité pour continuer son mouvement en ligne droite, de suivre la pression de la matière qui est supérieure en force, & à laquelle l'autre matière sera obligée de céder ; & ainsi le rayon s'approchera à chaque instant tant soit peu de la perpendiculaire ND, prenant son chemin le long d'une ligne courbe, jusqu'à ce que sa partie C se soit

plongée dans la même matière, où sa partie D s'étoit déjà plongée. Mais si un rayon de lumière, comme G L K F, après avoir traversé en ligne droite une matière subtile, avoit rencontré au point F, une matière moins subtile, & dont il auroit été par consequent pressé avec plus de force que par l'autre, il se seroit détourné de la perpendiculaire par une semblable raison que nous venons de voir qu'il s'en est approché.

Pour faire voir à présent pourquoi la réfraction se fait exactement suivant la raison des sinus : imaginons-nous que chaque rayon de lumière est comme un vent qui souffle, ou comme de l'eau qui coule avec rapidité au travers d'un canal; & soit A B C D un rayon de lumière, qui passe obliquement d'un corps transparent dans un autre, comme par exemple, de la matière qui est entre les particules de l'air dans celle qui est dans les corps creux du verre, dont la surface H I, fasle la séparation.

Or comme la matière qui est entre les particules de l'air a été supposée estre plus grossière que celle qui est dans les petits corps du verre, elle doit contraindre ce rayon avec plus de force, & le pousser vers la perpendiculaire. Mais comme ce rayon s'avance avec une certaine force, & avec une certaine vitesse, il doit, suivant qu'il a plus ou moins de force & de vitesse, s'opposer plus ou moins à la matière qui le pousse vers la perpendiculaire N D; & s'en approcher ainsi dès le premier instant

A R T. VIII.  
Raison phys-  
ique de la prin-  
cipale pro-  
priété de la  
refraction,  
qui est qu'elle  
se fait exacte-  
ment suivant  
la raison des  
sinus.

## 14 ESSAY DE DIOPTRIQUE.

jusqu'à ce que ses forces & celles de la matière qui est au dessous de la surface HI, balancent conjointement les forces de la matière qui est au dessus de cette surface, & qu'elles soient en parfait équilibre. Or comme la force du rayon est toujours la même, continuant toujours son chemin, avec une vitesse égale; que la matière qui est au dessous de la surface HI le pousse toujours avec la même force pour l'éloigner de la perpendiculaire ND; & que la matière qui est au dessus de cette surface le pousse toujours avec la même force vers la perpendiculaire, depuis le chemin qu'il fait de CD en FG, ce que l'on peut supposer ici; il s'approchera de la perpendiculaire à chaque instant d'une égale quantité de chemin; & décrira ainsi deux arcs de cercle, CF, DG, jusqu'à ce qu'ayant atteint la surface HI, avec sa partie C, il traverse encore en ligne droite suivant les dernières tangentes de ces arcs, la matière qui est au dessous de la surface HI, à cause qu'il en sera de nouveau pressé également de toutes parts, de même qu'il l'a été par la matière qui est au dessus de cette surface.

## ART. IX.

Que la quantité de la refraction dépend d'un certain équilibre de ces deux forces l'une contre l'autre; & que nous ne connaissons, ni les forces absolues d'un rayon de lumière, ni la force que l'une de ces matières a par dessus l'autre, il nous est impossible de connaître jusqu'où peut aller cette quantité de la refraction autrement que par l'expérience. Mais aussi-tôt qu'elle nous sera connue pour

pour un seul angle d'incidence ; c'est-à-dire, que nous connoîtrons la proportion qu'il y a entre les deux arcs C F, D G, nous la déterminerons facilement pour tout autre angle d'incidence : car puisque la force du rayon est toujours la même, continuant toujours son chemin avec une vitesse égale, de quelque maniere qu'il puisse être incliné sur la surface H I; que la matiere qui est au-dessous de cette surface le presse toujours avec la même force pour l'éloigner de la perpendiculaire N D; & que la matiere qui est au-dessus de cette surface le presse aussi toujours avec la même force vers cette perpendiculaire, d'où il suit que l'équilibre de ces deux forces : c'est-à-dire du rayon A B C D & de la matiere qui est au-dessous de la surface H I, contre la matiere qui est au-dessus de cette surface, est toujours le même ; les deux arcs C F, D G, conserveront toujours une même raison entre eux dans tous les angles d'incidence, & seront par consequent la véritable mesure de la refraction. Et comme ces deux arcs, quelque grandeur qu'ils puissent avoir, sont toujours entre eux en raison de leurs demi-diamètres E C, E D, ou E F, E D; il est évident que ces demi-diamètres E F, E D seront la véritable mesure de la refraction pour tous les angles d'incidence, & qu'ainsi la refraction se doit faire dans tous les angles d'incidence, suivant la raison des sinus : car dans le triangle E D F, le côté E F est le sinus de l'angle ( E D F ) ou C D F, qui est égal à l'angle d'incidence A D N,

D

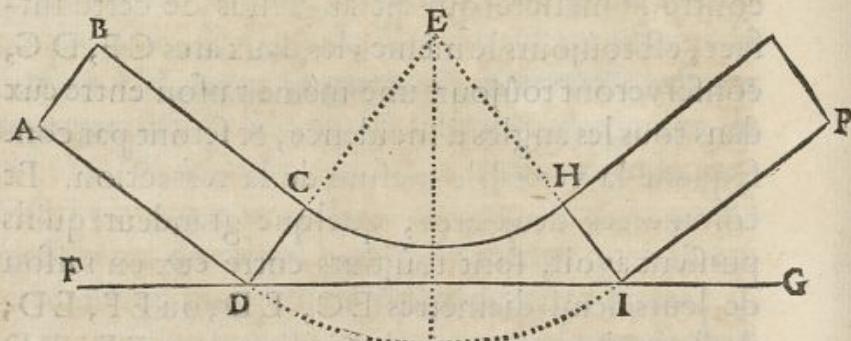
26. ESSAY DE DIOPTRIQUE.  
 & le côté E D, est le sinus de l'angle E F D, qui  
 est égal à l'angle rompu M F K.

ART. X.  
 Que le rayon de lumière doit representer précisément le même chemin en retournant, qu'il a pris en allant.

ART. XI.  
 Que les rayons de lumière se doivent reflechir, en sorte que leurs angles d'incidence, & de reflexion soient égaux, lorsqu'en passant au travers de quelque matière, ils rencontrent en leur chemin avec une certaine obliquité, une autre matière qui leur fait plus de résistance.

Au reste, si ce rayon rebroussoit chemin, & qu'il s'avancast pour sortir de la matière qui est au dessous de la surface H I, avec la même force qu'il y est entré; il est évident qu'il seroit constraint de décrire les mêmes arcs G D, F C, & qu'en reprenant précisément le même chemin par où il est venu, il se détourneroit de la perpendiculaire, suivant la raison des sinus E D, E F.

Et si un rayon comme A B C D , après avoir passé en ligne droite au travers de quelque matière subtile, rencontroit une autre matière moins subtile & separée de la première par la surface F G, avec un angle d'incidence qui fut tel, que la par-



tie C , en décrivant son arc au tour du centre E , ne puisse pas atteindre cette surface : c'est-à-dire, qu'il s'avancast parallèlement à cette surface avant que de l'avoir pu atteindre ; il est évident qu'il continueroit son chemin de même qu'il l'auroit commencé dès le point D , jusques à ce, qu'après

avoir décrit les deux arcs DI, CH, il sortist de la matière qui est au dessous de la surface FG, au point I, de même qu'il y seroit entré au point D, & qu'il feroit par consequent les deux angles ADF, PIG, égaux ; ce qu'on appelle reflexion.

S'il arrive donc que deux matières, qui se touchent, soient tellement différentes en force, qu'un rayon de lumière, en passant de l'une dans l'autre, soit obligé de décrire avec sa partie supérieure un arc qui ait une raison à l'arc qu'il décrit avec sa partie inférieure, comme de 2 à 3, ce qui arrive lorsque le rayon passe du verre dans l'air ; il est évident que ce rayon ne pourra pas entrer dans la matière, qui est supérieure en force ; mais qu'il en reviendra comme s'il en étoit réflechi, dès que son angle d'incidence passe  $41^{\circ}, 48' \frac{1}{2}$ .

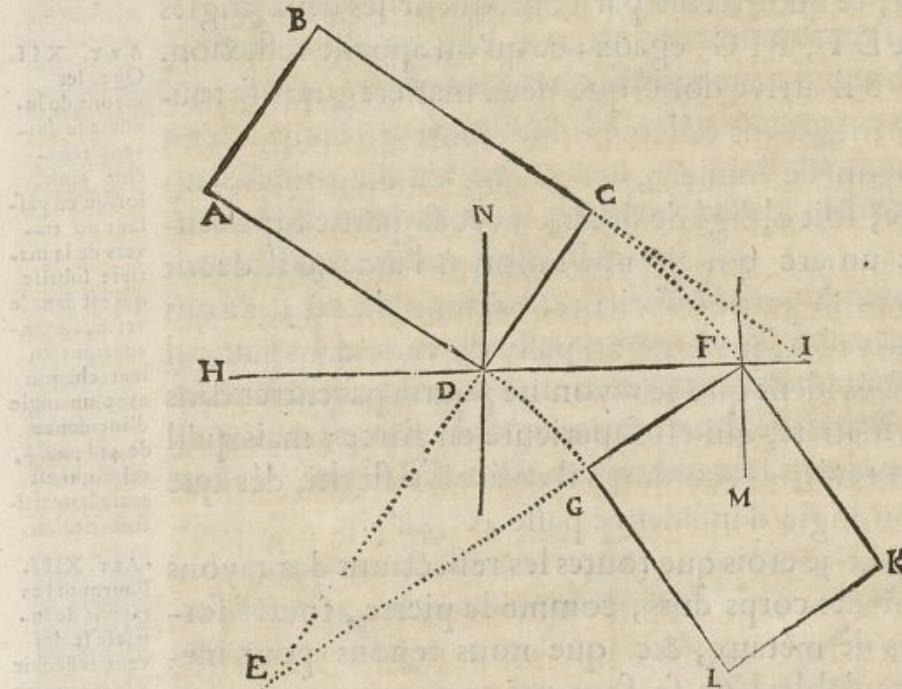
Et je crois que toutes les réflexions des rayons sur des corps durs, comme la pierre, toutes sortes de métaux, &c. que nous tenons pour inébranlables, ne se font pas autrement : car si de deux matières séparées par quelque surface, l'une prévaloit tellement en force sur l'autre, qu'un rayon de lumière fust obligé de décrire avec sa partie supérieure un arc qui seroit à l'arc qu'il décriroit avec sa partie inférieure, comme 1 est à 100000, ou 200000, &c. il est évident que ce rayon ne pourroit point entrer dans la matière qui seroit au dessous de cette surface ; mais qu'il en reviendroit avec un angle égal à l'angle d'incidence, quand même cet angle d'incidence ne

ART. XII.  
Que les rayons de lumière se doivent réfléchir ainsi, lorsqu'en passant au travers de la matière subtile qui est dans le verre, ils rencontrent en leur chemin avec un angle d'incidence de  $41^{\circ}, 48' \frac{1}{2}$ , celle qui est entre les particules de l'air.

ART. XIII.  
Pourquoi les rayons de lumière se doivent réfléchir à la rencontre de toute sorte de corps durs.

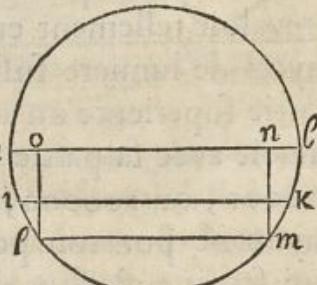
D ij

feroit que d'une seconde, ou d'un tiers, &c. & qu'ainsi ce rayon tomberoit, pour ainsi dire, perpendiculairement sur cette surface.



**ART. XIV.**  
Objection  
que l'on pour-  
roit faire con-  
tre mon hy-  
pothèse de la  
refraction, &  
réponse à cet-  
te objection.

On pourroit peut-être m'objécter que les rayons de lumiere, puisqu'ils ne doivent pas être considerez comme des parallelepipedes ; mais plutôt comme des cilindres, par ce qu'ils sont enfermez dans une matiere qui les presse tout-au-tour, bien loin de décrire des arcs de cercle, décriront deux li-



gnes courbes qui seront tout-à-fait d'une autre nature que les arcs de cercle : car soit par exemple le cercle,  $a l m b$ , la base du rayon cylindrique A B C D, & soit  $a b$  le diamètre de ce cercle. Cela étant, si ce rayon s'est, par exemple, enfoncé dans la matière qui est au-dessous de la surface H I, jusqu'à la corde  $l m$ , il est manifeste qu'il sera poussé vers la perpendiculaire par la matière qui est au-dessus de cette surface, suivant le diamètre  $a b$ , & qu'il sera repoussé, pour ainsi dire, pour s'éloigner de la perpendiculaire, par la matière qui est au-dessous de la surface H I, suivant la corde  $l m$ , & par celle qui est au-dessus de cette surface, suivant les sinus verses  $a o$ ,  $n b$ ; c'est-à-dire, que ce rayon sera serré entre ces deux matières de force inégale, dont chacune le poussera, l'une pour l'approcher, & l'autre pour l'éloigner de la perpendiculaire, suivant la corde  $l m$ . Ensuite si ce rayon s'est enfoncé dans la matière qui est au-dessous de la surface H I, jusqu'à la corde  $i k$ , il est évident que ce rayon sera serré entre les deux matières de force inégale, dont chacune le poussera, l'une pour l'approcher, & l'autre pour l'éloigner de la perpendiculaire, suivant la corde  $i k$ , & que ce rayon sera par consequent poussé avec plus de force vers la perpendiculaire, lorsqu'il s'est enfoncé dans la matière qui est au-dessous de la surface H I, jusqu'à la corde  $i k$ , que lorsqu'il s'y est enfoncé jusqu'à la corde  $l m$ . Plus ce rayon s'enfonce donc dans la

D iiij

30 ESSAY DE DIOPTRIQUE.

matière qui est au dessous de la surface HI , plus il sera poussé vers la perpendiculaire , jusqu'à ce qu'il y soit à moitié enfoncé ; & après cela , plus il s'y enfonce , moins il sera poussé vers la perpendiculaire .

ART. XV.

Que les rayons de lumière , pendant qu'ils passent d'une matière dans une autre , & qu'ils se détourne nt de leur chemin dans ce passage , décrivent des lignes courbes qui sont différentes des arcs de cercle .

Les rayons décrivent donc des lignes courbes qui sont entièrement différentes des arcs de cercle ; mais comme ces lignes courbes sont de telle nature , & observent une telle proportion les unes aux autres dans tous les angles d'incidence , que leurs tangentes , où les rayons commencent à souffrir la refraction , & où ils achevent de la souffrir , soient les mêmes que seroient celles des arcs de cercle , en cas que les rayons en décrivissent , comme il est aisè de voir par ce que nous venons de dire ; cela ne doit en rien changer la nature de la refraction , & empêcher qu'on ne la puisse mesurer par des arcs de cercle , & qu'on ne la puisse concevoir , comme si les rayons en décrivoient effectivement .

ART. XVI.

Que l'on pourroit rapporter plusieurs conséquences tirées de cette nouvelle hypothèse de la refraction , que l'on réserve pour une autre occasion .

Je pourrois rapporter ici plusieurs choses peut-être assez curieuses , & qui seroient comme autant de conséquences tirées de mon hypothèse de la refraction , si cela ne me menoit pas au delà des bornes que je me suis prescrites dans ce petit traité , & si je n'avois pas dessein d'en donner dans quelque temps un traité tout entier , où j'expliquerai tout au long la raison de la refraction du cristal d'Islande , & où je parlerai amplement des couleurs , & principalement de celles de l'Arc-en-ciel .

Cependant la principale consequence que l'on en puisse tirer, est que plus un rayon de lumiere a de force, & de rapidité en passant d'un corps transparent dans un autre, moins sa refraction doit être grande, ce qui peut bien passer pour un paradoxe assez considerable dans la Dioptrique; puisque tous ceux qui en ont écrit jusques à présent, ont supposé comme un axiome infaillible, que les rayons de lumiere se détournent seulement suivant la differente resistance des milieux.

La raison n'en est pas bien difficile ce me semble; car plus un rayon a de force , & de rapidité, plus il est en état de continuer son mouvement en ligne droite , & d'empêcher qu'il n'en soit pas détourné de côté ou d'autre par quelque cause étrangere.

Or je ne vois pas qu'il soit nécessaire que tous les rayons de lumiere soient parfaitement égaux entre eux en force & en vitesse , & ce seroit même, ce me semble, une espece d'absurdité, que de leur vouloir attribuer une parfaite égalité; outre que l'experience nous apprend , que d'une infinité de rayons qui tombent sur la surface d'un corps diaphane avec un même angle d'incidence , les uns souffrent plus & les autres moins de refraction en traversant ce corps diaphane ; ainsi nous pouvons établir les regles suivantes.

1°. S'il y a deux rayons de lumiere égaux en épaisseur & en vitesse, qui passent d'un corps diaphane dans un autre avec un même angle d'in-

ART. XVII.  
Que la principale conse-  
quence que l'on peut tirer, est que la refraction doit être plus ou moins grande, suivant qu'un rayon de lumiere, en passant d'un corps transparent dans un autre , a plus ou moins de force, ou qu'il est plus ou moins rapide.

ART. XVIII.  
Raison pour-  
quoi un rayon  
de lumiere en-  
passant d'un  
corps transpa-  
rent dans un  
autre , doit  
souffrir peu  
de refraction,  
lorsqu'il a  
beaucoup de  
force & de vi-  
tesse ; & au  
contraire.  
beaucoup de  
refraction,  
lorsqu'il a  
peu de force  
& de vitesse,  
& qu'on peut  
établir là-de-  
sus plusieurs  
regles.

cidence , ces deux rayons souffriront une même refraction.

2°. Si ces deux rayons de lumiere sont égaux en vitesse , mais en épaisseur inégaux , le plus épais souffrira la moindre refraction ; car il sera plus en état que l'autre de pouvoir continuer son mouvement en ligne droite , & de s'opposer à quelque cause étrangere qui feroit effort pour l'en détourner.

3°. Si ces deux rayons de lumiere sont égaux en épaisseur , mais en vitesse inégaux , celui qui s'avancera avec la plus grande vitesse souffrira la moindre refraction : car il soutiendra mieux que l'autre l'éfort de la matiere qui se mettra en état de l'approcher , ou de l'éloigner de la perpendiculaire.

4°. Si ces deux rayons de lumiere sont inégaux en épaisseur & en vitesse , en sorte que l'excès de l'épaisseur de l'un soit recompensé par l'excès de la vitesse de l'autre ; ces deux rayons souffriront encore une même refraction.

5°. Si ces deux rayons de lumiere sont inégaux en épaisseur & en vitesse , mais de telle sorte que l'excès de l'épaisseur de l'un ne soit pas recompensé par l'excès de la vitesse de l'autre , ces deux rayons souffriront une refraction inégale , & d'autant plus inégale , que ces excés se recompenseront moins l'un l'autre.

A R T. X I X.  
Qu'il y a des  
rayons de lu-

Au reste , cette hypothese nous conduit à la connoissance de la nature , & de l'origine des couleurs , dont

dont la refraction est inseparablement accompagnée; & c'est par cette hypothèse qu'on peut, ce me semble, rendre raison de ce phénomène, qui a paru jusqu'ici un des plus difficiles de la physique, & même tout-à-fait inexplicable : car les rayons de lumière, entrant avec plus ou moins de force & de vitesse dans nos yeux, & agissant par consequent par des mouvements differens sur les organes de la vue, nous peuvent faire avoir des sensations différentes, & autant différentes peut-être qu'il faut, pour nous faire appercevoir une aussi grande diversité de couleurs comme l'on en apperçoit.

Si l'on établit donc cette hypothèse, & si l'on examine avec attention tous les phénomènes de la lumière qui passe au travers d'un prisme de verre, l'on pourra conclure, 1<sup>o</sup>. Qu'entre les rayons de lumière ceux qui sont les plus vigoureux; c'est-à-dire, qui ont le plus d'épaisseur, & qui s'avancent avec le plus de vitesse, souffrant la moindre réfraction en passant obliquement d'un corps transparent dans un autre, se séparent du reste des rayons; & soit qu'il y en ait peu ou beaucoup, excitent en nous une sensation de lumière que l'on appelle couleur rouge. Je dis peu ou beaucoup, parce que beaucoup de rayons rouges assemblés dans un certain espace, nous font paraître un rouge vif & éclatant, & que peu de ces rayons assemblés dans un même espace nous font paraître un rouge obscur.

2<sup>o</sup>. Que ceux qui sont, par exemple, plus fo-

A R T. XX.  
La cause de  
l'apparence de  
la couleur  
rouge.

A R T. XXI.  
La cause de  
l'apparence

E

34 ESSAY DE DIOPTRIQUE.

de la couleur jaune.

bles d'un degré se séparent encore des autres, & excitent en nous une sensation de lumière que l'on appelle couleur jaune.

ART. XXII.  
La cause de  
l'apparence  
de la couleur  
blanche.

3°. Que ceux qui sont encore plus faibles d'un degré, & qui tiennent, pour ainsi dire, le milieu entre les rayons rouges, jaunes, bleus, & violets, font la couleur blanche, aussi-bien, que ceux qui provenant du mélange des rayons rouges, jaunes, bleus, & violets, y tiennent le même rang, & ont le même degré de force que les rayons blancs, lorsqu'ils en sont séparés.

ART. XXIII.  
La cause de  
l'apparence  
de la couleur  
bleue.

4°. Que ceux qui sont encore plus faibles d'un degré font la couleur bleue.

ART. XXIV.  
La cause de  
l'apparence  
de la couleur  
violette.

5°. Et enfin que les plus faibles de tous, souffrant la plus grande réfraction en passant obliquement d'un corps transparent dans un autre, se rangent à l'opposé de l'endroit, où ceux qui font la couleur rouge se sont rangés, & excitent en nous une sensation de lumière, que l'on appelle couleur violette.

ART. XXV.  
Qu'il n'est  
pas difficile  
de rendre rai-  
son pourquoi  
les rayons co-  
lorez qui pa-  
scent au tra-  
vers d'un pris-  
me de verre,  
gardent tou-  
jours un cer-  
tain ordre a-  
près ce paßs-  
ge.

Après cela nous ne serons pas surpris de voir que les parties qui sont du côté de la convexité d'une lumière courbée ou rompue, prennent toujours une couleur rouge, & que celles qui sont du côté de la concavité de la courbure, prennent toujours une couleur violette, pourvu qu'on les reçoive à une distance qui convienne à leur réfraction ; que les parties qui sont proches du rouge, prennent toujours une couleur jaune, & que celles qui sont proches du violet, prennent toujours une couleur

bleuë; & enfin que la couleur blanche occupe toujours le milieu d'une lumiere courbée ou rompuë.

Nous ne serons pas non plus surpris, pour quoi une lumiere rompuë conserve les mêmes couleurs dans le même ordre, après plusieurs refractions de suite, pourvu que les mêmes parties de la lumiere rompuë soient demeurées dans la même situation à l'égard de la convexité & de la concavité des courbures ; pourquoi une seconde refraction qui est égale à la première, mais contraire, fait que les couleurs que la première avoit causée à la lumiere, se perdent entierement ; & que cette lumiere n'ait que de la blancheur, s'étende de même que si elle n'avoit point souffert de refraction : pourquoi une seconde refraction qui est contraire à la première, mais plus grande, change l'ordre des couleurs, c'est-à-dire, que le côté qui étoit violet & bleu devient rouge & jaune, &c.

Il sera à propos de remarquer ici que les couleurs sont d'autant plus belles & plus vives que les refractions sont plus grandes : car les grandes refractions donnent occasion aux rayons de lumiere de se débrouiller les uns des autres à une distance assez petite de l'endroit où ils ont souffert la refraction, & nous donnent par consequent moyen d'enfermer dans un petit espace beaucoup de rayons rouges, dans un autre petit espace beaucoup de rayons jaunes, &c. au lieu que les petites refractions ne débrouillent les rayons que bien loin de l'endroit où ils ont souffert la refraction;

B ij

ART. XXVI.  
Qu'il n'est pas difficile de rendre raison de plusieurs expériences que l'on peut faire avec un prisme de verre.

ART. XXVII.  
Pourquoi certaines couleurs sont plus belles & plus vives que d'autres.

de là vient que la même quantité de rayons rouges, jaunes, &c. occupant un grand espace nous représente un rouge obscur, au lieu d'un rouge vif & éclatant, & un jaune obscur, au lieu d'un jaune vif & éclatant, &c.

Il est encore à propos de remarquer que les rayons qui restent après que les rayons rouges, jaunes, bleus, & violets, s'en sont séparés par la réfraction, nous font paraître une couleur blanche ou blanchâtre, suivant qu'ils sont assemblés en petite ou en grande quantité dans un certain espace ; de même qu'il arrive lorsqu'il ne s'est fait aucune séparation de rayons, mais qu'ils sont encore confondus & mélangés les uns avec les autres.

ART. XXVIII.  
La cause de  
l'apparence  
du vert.

Et comme l'on sait par expérience que le vert provient du mélange des rayons bleus & jaunes, l'on ne sera pas étonné de voir dans le milieu d'une lumière fortement rompue, du vert près de l'endroit où la réfraction s'est faite, & du vert dans le milieu d'une lumière modérément rompue à une certaine distance de l'endroit où la réfraction s'est faite, puisqu'il est nécessaire que les rayons jaunes & bleus s'y rencontrent, & y fassent du vert par leur mélange.

ART. XXIX.  
Remarques  
sur diverses  
apparences de  
lumière qu'on  
laisse entrer  
par un petit  
trou rond, &  
qu'on reçoit  
à diverses di-

Mais pour mieux concevoir tout ce que nous venons de dire à l'égard des couleurs apparentes comme on les appelle, & pour en raisonner plus juste & avec plus de fondement, il sera bon d'avoir remarqué auparavant avec exactitude les principaux phénomènes de l'expérience qui suit.

Soit  $AB$  le diamètre du soleil de  $32'$ , &  $CD$  le diamètre d'une petite ouverture ronde de 3 ou de 4 lignes ou plus ou moins, par laquelle on reçoit la lumière dans un lieu bien obscur sur des surfaces plates  $E F, G H, I K, L M, \&c.$  qui lui sont directement opposées.

stances de ce trou sur des surfaces plates qui lui sont directement opposées.  
Voyez la figures suivante.

Si on la reçoit sur la surface plate  $E F$ , éloignée de l'ouverture  $CD$ , en sorte que, si du milieu de cette surface on tire les deux lignes  $NC, ND$  sur les deux extrémités de l'ouverture, l'angle  $CND$  soit d'un degré 4. min.

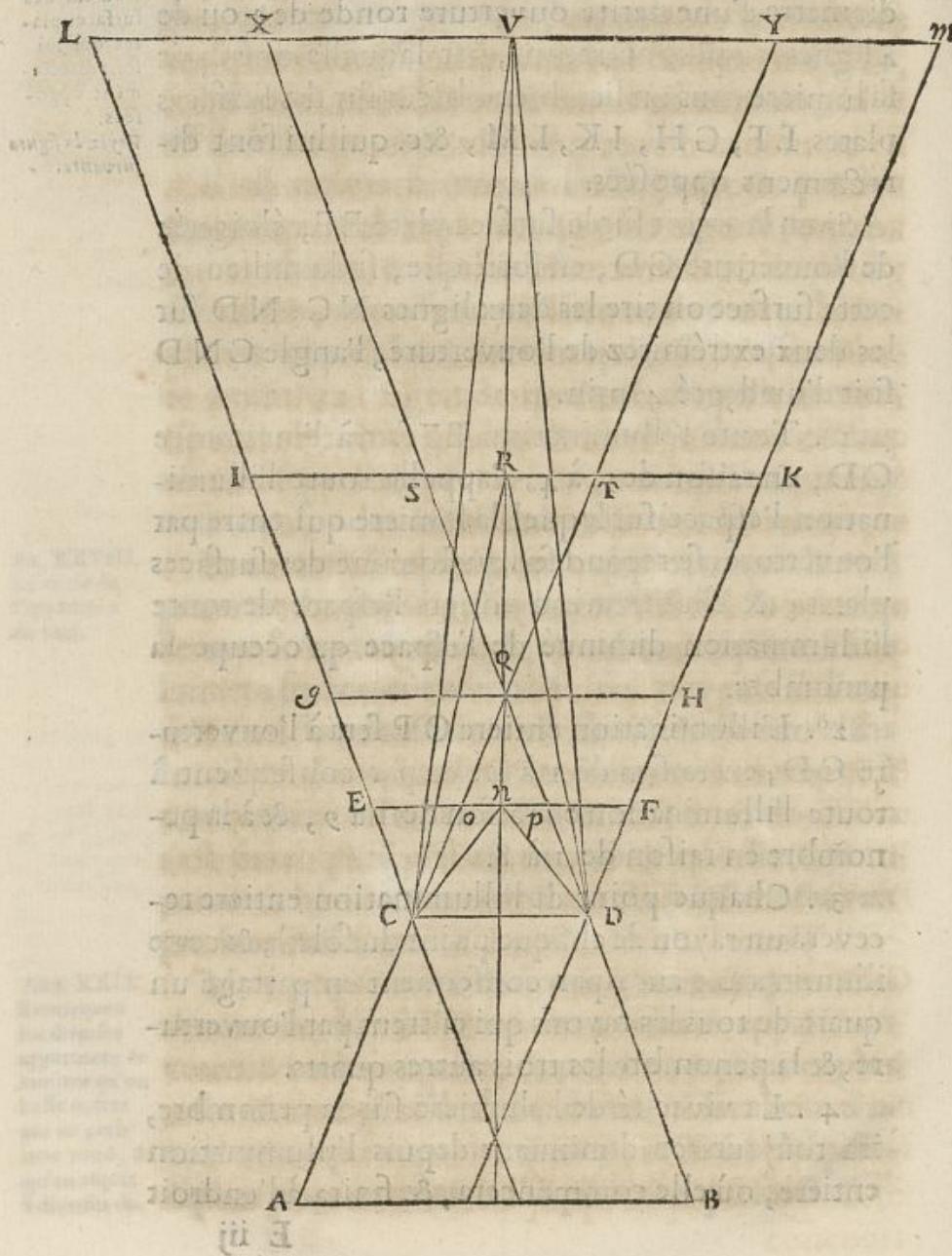
1°. Toute l'illumination  $EF$  sera à l'ouverture  $CD$ , en raison de 9. à 4; j'appelle toute l'illumination l'espace sur lequel la lumière qui entre par l'ouverture se repand sur quelque une des surfaces plates, & illumination entière l'espace de toute l'illumination diminué de l'espace qu'occupe la penombre.

2°. L'illumination entière  $OP$  sera à l'ouverture  $CD$ , en raison de 1 à 4, & par conséquent à toute l'illumination en raison de 1 à 9, & à la penombre en raison de 1 à 8.

3°. Chaque point de l'illumination entière recevra un rayon de chaque point du soleil, & cette illumination aura par conséquent en partage un quart de tous les rayons qui entrent par l'ouverture, & la penombre les trois autres quarts.

4°. La vivacité de la lumière sur la penombre, ira toujours en diminuant depuis l'illumination entière, où elle commencera, & finira à l'endroit

E iij



où chaque point ne recevra qu'un seul rayon du soleil.

Si l'on reçoit la lumiere sur la surface plate G H, éloigné de l'ouverture C D, en sorte que, si du milieu de cette surface l'on tire les deux lignes C Q, D Q, sur les deux extremitez de l'ouverture, l'angle C Q D soit de 32 min. qui est la grandeur du diametre du soleil.

1°. l'espace de toute l'illumination G H sera à l'ouverture C D, en raison de 4 à 1.

2°. L'illumination entiere ne sera qu'un point qui recevera un rayon de chaque point du soleil, & sera par consequent le centre de la penombre qui égalera toute l'illumination.

3°. La lumiere de la penombre ira depuis ce centre toujours en diminuant jusqu'à la circonference qui la terminera, & dont chaque point ne recevra qu'un seul rayon du soleil.

Si l'on reçoit la lumiere sur la surface plate I K, éloignée de l'ouverture C D, en sorte que, si du milieu de cette surface l'on tire les deux lignes C R, D R, sur les deux extremitez de l'ouverture, l'angle C R D, soit de 16 min.

1°. Toute l'illumination I K sera à l'ouverture C D en raison de 9 à 1.

2°. L'illumination entiere S T sera égale à l'ouverture C D, & par consequent à toute l'illumination en raison de 1 à 9, & à la penombre en raison de 1 à 8.

3°. Chaque point de l'illumination entiere sera

éclairé par le quart du soleil, & cette illumination aura par consequent en partage le quart de tous les rayons qui entrent par l'ouverture CD, & la penombre les trois autres quarts.

4°. La lumiere de la penombre ira toujours en diminuant depuis l'illumination entiere jusqu'à l'ombre, où chaque point ne recevra qu'un seul rayon du soleil.

Et si l'on reçoit enfin la lumiere sur la surface plate LM, éloignée de l'ouverture CD ; en sorte que, si du milieu de cette surface l'on tire deux lignes VC, VD, sur les deux extremitez de l'ouverture, l'angle CVD soit de 8. min.

1°. Toute l'illumination LM sera à l'ouverture CD en raison de 25 à 1.

2°. L'illumination entiere XY sera à l'ouverture CD, en raison de 9 à 1, & par consequent à toute l'illumination en raison de 9 à 25, & à sa penombre, en raison de 9 à 16.

3°. Chaque point de l'illumination entiere XY sera éclairé par la  $\frac{1}{2}$  partie du soleil, & cette illumination aura par consequent en partage les  $\frac{2}{3}$  de toute la lumiere qui entre par l'ouverture CD, & la penombre les  $\frac{1}{3}$  qui restent.

4°. La lumiere de la penombre ira toujours en diminuant depuis l'illumination entiere jusqu'à l'ombre, où chaque point ne recevera qu'un seul rayon du soleil.

Il est encore à remarquer en general ; 1°. Que depuis l'ouverture CD jusqu'au point Q, où le concours

concours de deux lignes, qui viennent des deux extremitez de l'ouverture CD, fait un angle de 32', qui est la grandeur du diametre du soleil, les diametres des anneaux de la penombre seront les uns aux autres en raison de leurs distances de l'ouverture; & qu'à l'autre côté du point Q chacun de ces diametres sera égal au diametre de l'ouverture à quelque distance de l'ouverture que l'on reçoive la lumiere.

2°. Que toutes les illuminations seront les unes aux autres en raison doublée de leurs distances de l'ouverture CD, augmentées chacune de la distance qu'il y aura du point Q à cette ouverture.

3°. Que les illuminations entieres seront les unes aux autres en raison doublée de leurs distances du point Q.

4°. Que depuis l'ouverture CD jusqu'au point Q, chaque point dans une illumination entiere sera éclairé par une quantité égale de rayons, & par autant de rayons que sera éclairé un point dans toute autre illumination entiere: car chaque point sera éclairé par un rayon de chaque point du soleil, ce qui fera une vivacité de lumiere égale dans toutes ces illuminations. Et qu'à l'autre côté du point Q, chaque point d'une illumination entiere sera éclairé par une quantité égale de rayons, & que la vivacité de lumiere dans une illumination entiere, sera à la vivacité de lumiere dans une autre illumination entiere, en raison doublée reciproque de leurs distances de l'ouverture CD.

F

5°. Que depuis l'ouverture C D , jusqu'au point Q , la quantité de la lumiere qui tombera en partage à quelque illumination entiere, sera à la quantité de la lumiere qui tombera en partage à quelqu'autre illumination entiere, en raison doublee de leurs distances du point Q ; & qu'à l'autre côté du point Q , la quantité de la lumiere qui tombera en partage à quelque illumination entiere, sera à la quantité de la lumiere qui tombera en partage à quelqu'autre illumination entiere, en raison doublee de leurs distances du point Q , divisées par le quarré de leurs distances de l'ouverture C D .

6°. Que la vivacité de la lumiere sur quelque penombre sera d'autant plus grande qu'elle sera plus proche de l'ouverture.

7°. Que la vivacité de la lumiere sur quelque penombre ira toujours en diminuant depuis son illumination entiere jusqu'à l'ombre où chaque point ne recevra qu'un seul rayon du soleil.

8°. Que depuis l'ouverture C D jusqu'au point Q , la quantité de la lumiere qui tombera sur une illumination entiere, sera à la quantité de la lumiere qui tombera sur toute l'illumination : c'est-à-dire, à la quantité de la lumiere qui entrera par l'ouverture C D , en raison de l'illumination entiere à l'ouverture C D : & qu'à l'autre côté du point Q , la quantité de la lumiere qui tombera sur une illumination entiere, sera à la quantité de la lumiere qui tombera sur toute l'illumination , comme cette illumination entiere, divisée par le quarré de

sa distance de l'ouverture CD, sera à l'unité.

9. Que depuis l'ouverture C D jusqu'au point Q, la quantité de la lumiere qui tombera sur quelque illumination entiere, sera à la quantité de la lumiere qui tombera sur sa penombre, comme cette illumination sera à la difference qu'il y aura entre cette illumination & l'ouverture CD; & qu'à l'autre côté du point Q, la quantité de la lumiere qui tombera sur quelque illumination entiere, sera à la quantité de la lumiere qui tombera sur sa penombre, comme cette illumination divisée par le quarré de sa distance de l'ouverture C D, sera à la difference qu'il y aura entre cette illumination ainsi divisée par le quarré de sa distance de l'ouverture C D, & l'unité.

Si l'on fait tant soit peu de reflexion sur ce que nous avons dit de l'inégalité des rayons de lumiere, tant à l'égard de leur épaisseur, qu'en ce qui regarde leur rapidité, & sur ce que nous avons dit de l'inégalité de leurs refractions, aussi-bien que de la diversité de leurs couleurs qui en sont des suites nécessaires, comme nous avons vu; il nous sera aisément de juger pourquoi les ouvertures des verres objectifs qui servent aux lunettes d'approche, doivent être proportionnées à la distance de leurs foërs, & par consequent, pourquoi, ni les hyperboles, ni les ellipses, ni aucune autre figure que l'on pourroit s'imaginer, ne pourront jamais répondre aux esperances qu'en avoient conçues plusieurs grands hommes qui ont écrit de la Dioptri-

ART. XXX.  
Pourquoi les  
ouvertures  
des verres ob-  
jectifs qui  
servent aux  
lunettes d'ap-  
proche doi-  
vent être pro-  
portionnées à  
la distance do  
leurs foërs.

F ij

que, & qui ayant fondé leurs raisonnemens sur de faux principes, les avoient préférées au cercle, quoiqu'elles lui soient véritablement inférieures, comme il seroit aisē de le prouver.

ART. XXXI.  
Ce que c'est  
que les cou-  
leurs fixes.

Il nous reste maintenant à dire un mot des couleurs fixes & permanentes, comme on les appelle, parce qu'elles paroissent toujours à peu près les mêmes, soit qu'on les regarde directement ou obliquement.

ART. XXXII.  
Que l'on en  
compte ordi-  
nairement  
jusqu'à cinq  
principales.

L'on en compte ordinairement jusques à cinq principales, le blanc, le noir, le rouge, le jaune, & le bleu. Toutes les autres se peuvent faire par le mélange de quelques-unes de celles-ci.

ART. XXXIII.  
La cause de  
l'apparence  
de la couleur  
blanche.

Ces sortes de couleurs se voient dans les verres colorez, sur les fleurs, sur les étoffes, sur les métaux, &c. Et si quelques-uns de ces corps paroissent teints d'une couleur blanche, ce n'est que parce qu'ils ont une infinité de tres-petites éminences convexes, sur lesquelles les rayons de lumiere se reflechissent, comme sur autant de tres-petits miroirs convexes, sans souffrir de refraction, & sans changer par consequent de modification. Car en sereflechissant ainsi, ils nous doivent faire voir une infinité de tres-petites images du soleil ; & par consequent une infinité de points blancs ou de la blancheur, parce que le soleil même nous paroît blanc, comme on le peut facilement remarquer, quand on le regarde au travers d'un tres-petit trou rond fait avec une éguille dans une feüille de leton.

Si les petites éminences de ces corps étoient cou-

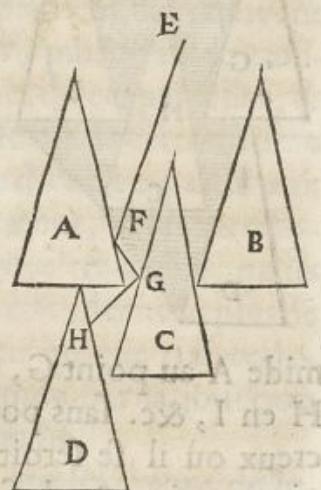
vertes d'une espece de vernis ou de cristal clair & transparent, ils devroient encore paroître d'une couleur blanche : car les rayons de lumiere, en se reflechissant sur ces éminences, comme sur autant de miroirs convexes de verre étamez par derriere, ne changeroyent pas de modification par le double passage au travers de ce vernis ou cristal, (supposé que chacune de ces éminences en soit également couverte) & ainsi nous y devroient pareillement faire voir une infinité de tres-petites images du soleil.

Il n'y a aucune couleur qui soit plus opposée au blanc que le noir ; & comme cette couleur n'est proprement qu'un défaut de lumiere, tous les corps nous doivent paroître noirs, lorsque les petites parties qui les composent, ont une certaine figure, & sont rangées en sorte que leurs surfaces ne reflechissent point de lumiere vers nos yeux, ou qu'elles en reflechissent trop peu pour ébranler suffisamment les organes de la veue.

S'il y avoit par exemple, des corps composez de cônes ou de pyramides longuettes & fort pointuës, comme A,B,C, D,&c. il y auroit tres-peu de rayons de lumiere qui tombant sur ces corps, pussent s'en dégager, & il

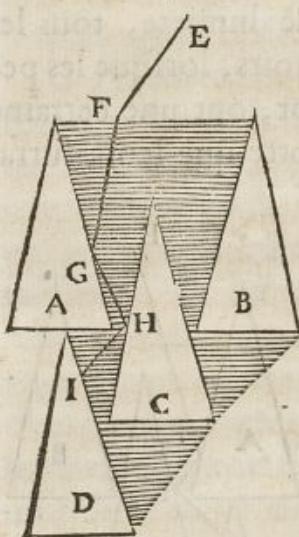
F iij

AR. XXXIV.  
La cause de  
l'apparence  
de la couleur  
noire.



nes'en dégageroit que ceux qui y tomberoient vers les pointes. Tous les autres rayons, comme par exemple, E F, qui se reflechit de F en G & de G en H, &c. y seroient absorbez, ne pouvant remonter ni sortir du creux où ils se seroient engagez ; & ces rayons exerçans alors leurs efforts au dedans de ces corps, où ils perdroient la qualité de rayons en se dispersant au tour des corpuscules du second élément, échaufferoient par consequent ces corps bien davantage, que s'ils avoient rencontré des corps blancs qui les auroient reflechis aussi-tôt.

Au reste, si les intervalles de ces pyramides A,



B, C, D, &c. étoient remplis d'une espece de vernis ou de cristal transparent ; il arriveroit encore à peu près la même chose ; car presque tous les rayons y seroient absorbez de même.

Le rayon E F, par exemple, tombant sur la surface de ce vernis ou cristal, se romproit au point de son incidence F ; & rencontrant ensuite la surface de la pyra-

mide A au point G, s'en reflechiroit en H, & de H en I, &c. sans pouvoir remonter & sortir du creux où il se seroit engagé. Le verre noir, la pierre noire, & plusieurs autres corps semblables sont sans doute de cette dernière sorte de corps.

Pour donner raison de l'apparence des autres couleurs, comme du rouge, du jaune, du bleu, &c. supposons qu'il y ait une matiere transparente parsemee d'une infinité de tres-petites parcelles qui empêchent également les rayons de lumiere d'en revenir par reflexion, ou de la traverser, si elle est tellement épaisse qu'il n'y ait, pour ainsi dire, aucun rayon qui ne trouve quelque obstacle en son chemin, & qui ne soit arrêté par quelqu'une de ces parcelles. Cela étant, il est manifeste que cette matiere ne sera plus transparente, mais qu'elle sera tout-à-fait noire & opaque.

Mais si nous supposons que cette même matiere ait si peu d'épaisseur, que plusieurs rayons de lumiere la puissent traverser sans rencontrer aucune de ces parcelles en leur chemin; nous pouvons croire que ceux qui l'accompagnent, ne trouvant pas la même facilité de passer, puisqu'ils se trouvent arrêter par quelques-unes de ces parcelles, & faisant pourtant effort pour sortir de cette matiere de façon ou d'autre, se joindront en partie aux rayons qui la traversent librement, & les fortifieront ainsi pendant leur passage; c'est-à-dire, qu'ils les grossiront, & qu'ils les feront aller avec plus de rapidité, comme nous voions qu'une riviere devient & plus large & plus rapide par la jonction d'une autre qui se jette dans son lit.

Or comme nous avons vu que les rayons de lumiere ne nous font paroître une couleur rouge, que parce qu'ils sont épais & rapides, nous pou-

vons croire que les rayons après avoir traversé cette matière transparente, ne paroîtront rouges, que parce qu'ils s'y sont fortifiés pendant leur passage, & qu'ils s'y sont peut-être fortifiés de la manière que nous venons de l'expliquer.

## ARTICLE

XX XVII.

Que suivant nos principes il est facile de trouver la cause de l'apparence des autres couleurs fixes.

Il sera à présent aisément de juger que, suivant ces principes, plusieurs rayons de lumière auroient pu, en passant au travers de quelque corps transparent, s'y fortifier autant qu'il auroit fallu pour faire paraître du jaune, & qu'ils auroient pu au contraire y être affaiblis autant qu'il auroit fallu pour faire paraître du bleu, du violet, &c.

## ARTICLE

XXXVIII.

Qu'il y a deux ordres pour venir du blanc au noir.

Par tout ce que nous venons de dire l'on voit qu'il y a deux ordres dans les couleurs pour passer du blanc au noir ; l'un le blanc, le jaune, le rouge, & le noir ; & l'autre le blanc, le bleu, le violet, & le noir ; mais qu'il y a cette différence à remarquer, que l'on peut en quelque manière passer du blanc au noir par le bleu, sans qu'il soit nécessaire que les rayons de lumière souffrent de réfraction, au lieu que cela est absolument nécessaire, en passant du blanc au noir par le jaune.

## AR. XXXIX.

Que parmi les couleurs, l'une est ordinairement causée par une moindre quantité de rayons, & toujours par des rayons plus ou moins

L'on voit encore que le blanc est ordinairement causé par quantité de rayons ; mais que les rayons ne sont jamais ni trop forts, ni trop faibles ; que le jaune & le bleu sont ordinairement causés par une moindre quantité de rayons ; mais qu'ils ont toujours un peu plus de force dans le jaune, & un peu moins de force dans le bleu que ceux qui font la

la blancheur; que le rouge & le violet sont ordinai-  
rement causez par une moindre quantité de rayons  
que le jaune & le bleû; mais que ceux qui font le  
rouge ont toujours plus de force que ceux qui  
font le jaune; & qu'au contraire ceux qui font le  
violet, ont toujours moins de force que ceux qui  
font le bleû; & qu'enfin un rouge brun & foncé  
tirant vers le pourpre est ordinairement causé par  
une petite quantité de rayons qui ont beaucoup de  
force; c'est-à-dire, qui frappent vivement & avec  
violence les organes de la vûë, même à les incom-  
moder, & à les blesser en quelque façon, comme  
cela se trouve par experiance.

C'est pour cette raison que le rouge ébloüit la  
veuë, laquelle le vert réjoüit; or le vert la réjoüit,  
parce que les rayons de lumiere qui causent cette  
couleur, ne sont ni trop forts, ni trop foibles, ni  
en trop grande, ni en trop petite quantité, étant  
un mélange de rayons jaunes & bleûs.

Nous avons dit que les corps qui ont une infi-  
nité de tres-petites éminences convexes, nous doi-  
vent paroître blancs en nous y faisant voir une in-  
finité de tres-petites images du soleil, comme par  
exemple, les étoffes blanches, le linge, &c. sur  
lesquelles les rayons de lumiere se reflechissent,  
comme sur autant de miroirs convexes, sans souf-  
frir de refraction, & sans changer par consequent  
de modification. Nous avons dit de plus, que la  
même chose devroit encore arriver, quoique cha-  
cune de ces petites éminences fust couverte égale-

foibles qu' u-  
ne autre cou-  
leur.

A R T. X L.  
Pourquoi la  
couleur rou-  
ge ébloüit la  
vûë, & pour-  
quoi le vert  
la réjoüit.

A R T. X L I.  
Que l'art de  
teindre des é-  
toffes blan-  
ches en cou-  
leur, consiste  
à les couvrir  
d'une espece  
de vernis dur  
& coloré.

G

ment d'une espece de vernis, ou de cristal clair & transparent ; mais si chacune de ces éminences étoit également couverte d'une tres-petite épaisseur de vernis ou de matiere transparente, telle que nous venons de la décrire ; il est évident que les rayons de lumiere, passans au travers de cette matiere, & y repassans après avoir été reflechis par ces éminences, nous feroient paroître ces corps, ou rouges, ou jaunes, ou blancs, &c. suivant la disposition & la structure interieure des parties qui composent cette matiere, & suivant que ces rayons y auroient été ou fortifiez ou affoiblis par ce double passage. L'on peut donc croire à present que tout l'art de teindre des étoffes blanches en couleur ne consiste qu'à les couvrir d'une espece de vernis rouge, jaune, ou bleu, &c. & de faire autre cela que ce vernis soit durable, & d'une couleur bien vive & bien éclatante. Or cette derniere chose arrivera, si l'on y ajoute un peu d'alun, ou quelque autre matiere semblable, qui garde, comme dans une espece de cristal assez durable, les parcelles que nous avons vû être la principale cause de la lumiere colorée, & qui empêche que les rayons de lumiere, en rangeant ces parcelles, par l'effort continual qu'ils y font en les traversant, n'y fassent en trop peu de temps des passages trop libres de tous côtez, & n'éclaircissent par consequent la couleur, que le premier arrangement de ces parcelles avoit fait naître.

ART. XLII.  
Que la cou-

Et ce qui me confirme dans la pensée que tout

l'art des Teinturiers ne consiste qu'à couvrir les étoffes blanches d'une espece de vernis rouge, jaune, ou bleû, &c. c'est que la couleur noire ne se change jamais en une autre, par quelque nouvelle teinture ; mais qu'elle reste toujours noire comme elle étoit auparavant ; car les rayons de lumiere, après avoir traversé le nouveau vernis, se perdent dans le corps noir sans en pouvoir revenir.

Pour teindre, par exemple, des étoffes de laine blanche en couleur d'écarlate, comme cela se pratique à peu près aux Gobelins de Paris, & dont l'invention est deuë à un Hollandois appellé Kuffelaar ; on prend pour une livre d'étoffe un demi sceau d'eau de pluye bien claire, une once & demie du meilleur tartre pulverisé, un quart d'once d'alun romain, &  $\frac{1}{4}$  d'once d'étain dissou dans deux onces d'eau forte ; & ayant laissé boüillir tout cela dans une chaudiere d'étain, environ l'espace d'une heure, l'on en ôte l'étoffe, l'on rince la chaudiere, & l'on y met de nouveau avec l'étoffe un demi sceau d'eau bien claire, &  $\frac{1}{4}$  d'once de tartre pulverisé. L'on y met ensuite, dès que l'eau commence à boüillir, une once de la meilleure cochenille bien pulverisée, & le  $\frac{1}{4}$  d'une once d'étain dissou dans une once d'eau forte, & ayant ainsi laissé boüillir l'étoffe pendant une demi-heure, on l'ôte de la chaudiere, & on la lave dans de l'eau chaude. Il est à observer que sans l'alun romain la couleur tireroit vers l'orangé, & que l'eau de la riviere des Gobelins n'est pas plus propre pour

ART. XLIII.  
Maniere de  
teindre des é-  
toffes de laine  
blanche en  
couleur d'é-  
carlate.

G ij

leur noire ne  
peut être tein-  
te en aucune  
autre cou-  
leur, confir-  
me cette pen-  
sée.

## 52 ESSAY DE DIOPTRIQUE.

teindre en écarlate, que l'eau de pluye, & peut-être moins.

**ART. XLIV.** La cochenille est la base & la principale drogue qui fait la couleur rouge par le suc rouge qu'elle contient. C'est le cocon d'un petit insecte de l'Amérique, séché au soleil ou dans le four ; ce qu'on peut facilement connoître en le tremplant deux ou trois jours de suite dans de l'eau, où reprenant sa figure naturelle, il se fait voir par le moyen d'une loupe de 5 ou 6 lignes de foier, à peu près comme cette figure le représente, couché sur le dos. J'en ai ouvert plusieurs, & j'ai trouvé que la plupart étoient remplis d'une très-grande quantité de petits œufs qui me donnerent un suc extrêmement rouge en les coupant.

**ART. XLV.**  
Pourquoil l'on  
se sert d'alun  
dans la teinture.

L'alun sert, comme nous avons déjà dit, à rendre la couleur plus belle & plus éclatante, & à la conserver ; & si le vernis qui se fait du suc rouge de la cochenille, de l'alun & des autres ingrédients, étoit aussi dur & durable que les verres colorez que l'on voit dans des Eglises, il pourroit conserver sa couleur pendant des siècles entiers, sans changer & sans s'éclaircir sensiblement.

**ART. XLVI.**  
Pourquoil l'on  
se sert d'une  
chaudiere d'étain  
dans la  
teinture de l'  
écarlate.

L'on se sert d'une chaudière d'étain & non pas d'une de cuivre, parce que l'eau forte tireroit une couleur bleuë du cuivre.

**ART. XLVII.**  
Que la dispu-  
te de deux

J'aurois pu finir ici le chapitre de la refraction sans parler de celle qui se fait, lorsque les rayons de lumière passent de l'air subtil dans un autre qui



l'est moins, puisqu'elle est fondée sur les mêmes principes que celle qui se fait, lorsque les rayons de lumiere passent de l'air dans le verre: mais la dispute nouvelle de deux philosophes de grande réputation , dont l'un prétend que cette refraction est la véritable cause de la grandeur apparente de la lune dans l'horison, semble m'obliger à en dire un mot en passant , & à examiner si elle en peut être la véritable cause.

Nous scavons déjà que la terre est environnée d'un atmosphère d'air qui est d'autant plus subtil qu'il en est plus éloigné. Et comme nous avons supposé qu'entre les matières subtiles qui donnent passage aux rayons de lumiere , celle qui est entre les particules de l'air est plus grossière que celle qui est dans les particules qui composent le verre ; nous pouvons encore supposer que la matière subtile qui est entre les particules d'un air subtil , est plus grossière que celle qui est entre les particules d'un air moins subtil.

Cela étant ainsi supposé, il est évident qu'un rayon de lumiere, passant d'un air subtil dans un air moins subtil , & de cet air moins subtil dans un autre encore moins subtil , & ainsi de suite jusqu'à ce qu'il soit parvenu jusqu'à la surface de la terre , souffrira une infinité de tres-petites refractions insensibles , & décrira ainsi une ligne courbe, dont la tangente qui entrera dans l'œil , nous donnera la quantité sensible de toutes les refractions insensibles, & nous fera voir le lieu apparent d'un objet,

Philosophes  
m'a fait entre-  
prendre d'é-  
crire touchant  
la refraction  
qui se fait dans  
l'air.

ART. XLVIII.  
Que l'on peut  
supposer que  
la matière qui  
est entre les  
particules de  
l'air grossier,  
est plus subti-  
le que celle  
qui est entre  
les particules  
de l'air subtil.

ART. XLIX.  
Qu'un rayon  
de lumiere, en  
passant une in-  
finiéte de fois  
d'un air subtil  
à un autre qui  
l'est moins ,  
fait à la fin u-  
ne refraction  
sensible en dé-  
crivant une li-  
gne courbe.

G iij

puisque les objets ne se voyent qu'en ligne droite.

**A R T . L .**  
pourquoicette  
refraction  
paroît avoir  
été inconnue  
aux Anciens.

Cette refraction paroît avoir été entierement inconnue aux anciens : car s'ils en avoient scû la moindre chose , ils n'auroient pas été surpris de voir la lune éclipsée pendant que le soleil étoit encore sur l'horison. L'étonnement de Ptolomée n'auroit pas été si grand , lorsqu'il observa l'équinoxe deux fois le même jour ; & les Hollandois , lorsqu'ils furent obligez d'hiverner à la nouvelle Zembla , auroient pû comprendre pourquoi ils voïoient le soleil 17 jours avant qu'ils le düssent voir suivant leur calcul Astronomique.

**A R T . L I .**  
Qu'une expe-  
rience faite  
avec une lu-  
nette d'ap-  
proche , rend  
cette refrac-  
tion fort sen-  
sible.

Il y a une experience qui rend cette refraction fort visible , qui est qu'un même objet veû en des temps differens avec une lunette d'approche qu'on laisse immobile , ne se trouve pas toujours à la même hauteur , mais paroît ou plus ou moins haut , suivant le changement arrivé à l'air , au travers duquel les rayons de lumiere prenoient leur passage.

**A R T . L I I .**  
Comment on  
pourroit trou-  
ver la hauteur  
de l'air gros-  
sier s'il y en a-  
voit un qui fut  
homogene ,  
concentrique  
à la terre ,  
& enveloppé  
d'un autre  
moins gros-  
sier.

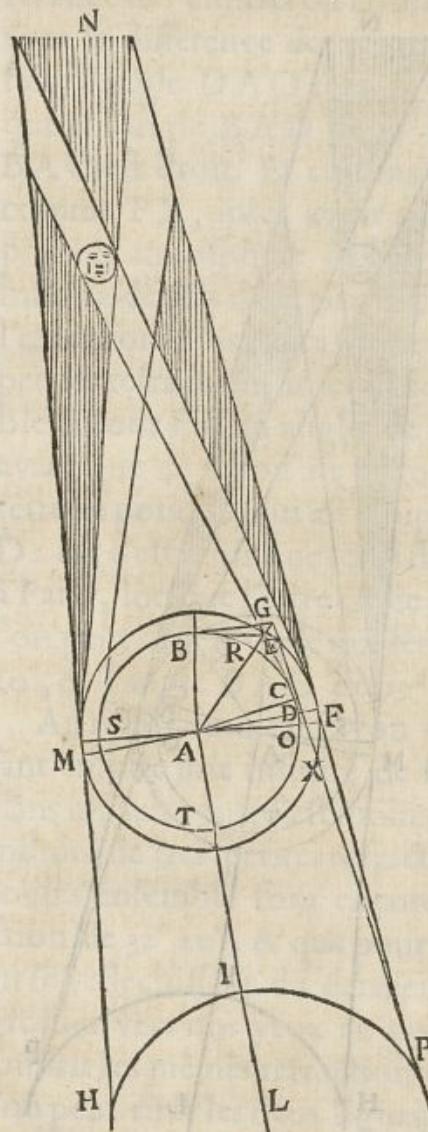
S'il y avoit un air homogène , élevé depuis la surface de la terre jusqu'à une certaine hauteur , & enveloppé d'un autre air homogène moins subtil , & concentrique à la terre , l'on trouveroit facilement cette hauteur si l'on comparoit l'excés de la hauteur apparente , que quelqu'astre auroit pardessus la véritable à l'horison , avec l'excés de la hauteur apparente que cét astre auroit pardessus la véritable hauteur , lorsqu'il seroit éloigné de quelques degrez de l'horison ; mais comme l'atmosphère de l'air , qui environne la terre , est depuis la

surface de la terre jusqu'à l'extremité de son tour-

billon, d'autant plus subtil qu'il en est plus éloigné; il n'y a guere moyen de déterminer la hauteur de cet atmosphère: c'est-à-dire, à quelle distance de la terre il commence.

Cependant beaucoup de raisons me font croire que l'endroit de l'atmosphère, où une infinité de très-petites réfractions insensibles commencent à en faire une tant soit peu sensible, n'est peut-être guère plus éloigné de la terre, que n'est l'air grossier qui cause les crépuscules.

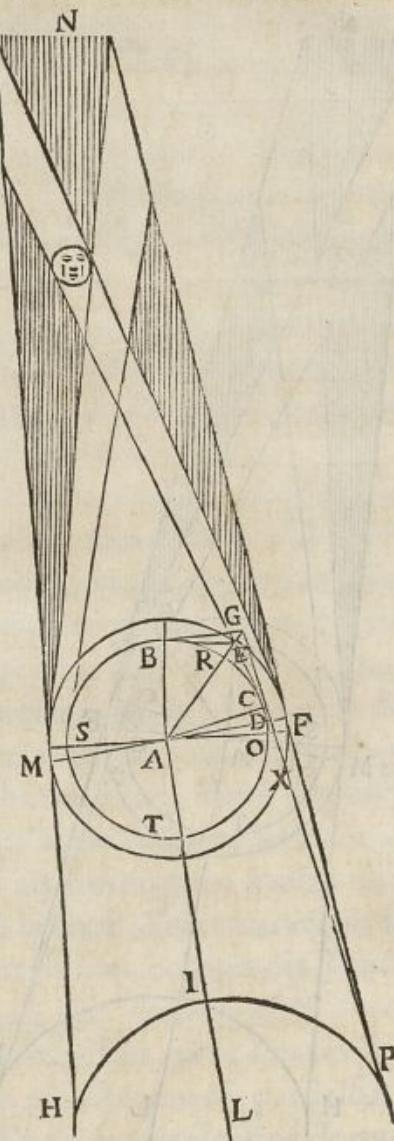
ART. LIII.  
Que l'endroit où une infinité de très-petites réfractions insensibles commencent à en faire une tant soit peu sensible, n'est peut-être guère plus éloigné de la terre, que n'est l'air grossier qui cause les crépuscules.



Pour déterminer la hauteur de cet air grossier, ART. LIV.  
soit BD T la circonference de la terre, dont A est Comment on peut détermi-

ner la hauteur de cet air grossier. le centre, soit  $EFX$ , &c. les circonferences de plusieurs atmospheres d'airs concentriques à la terre, & d'autant plus grossiers qu'ils en sont plus proches ; soit  $BG$  l'horizon visible ; soit  $HIP$  le corps du soleil dont  $L$  est le centre ; soit  $MNF$ , l'ombre de la terre ; & soit enfin  $MTD$ , la partie de la terre illuminée par le soleil, qui est, à cause de l'excès du diamètre du soleil, pardessus celui de la terre, environ de  $180^d 28'$ , & par conséquent sa moitié  $TD$ , c'est-à-dire, l'angle  $TAD$  de  $90^d 14'$ .

**A R T. LV.** — Or comme toute que le crépuscule cesse de la lumière qui fait paroître lors le crépuscule cesse que le soleil est sous l'horizon environ de 20. degréz, lorsque le soleil est sous l'horizon, environ de 20 degréz, plus ou moins, suivant la différence



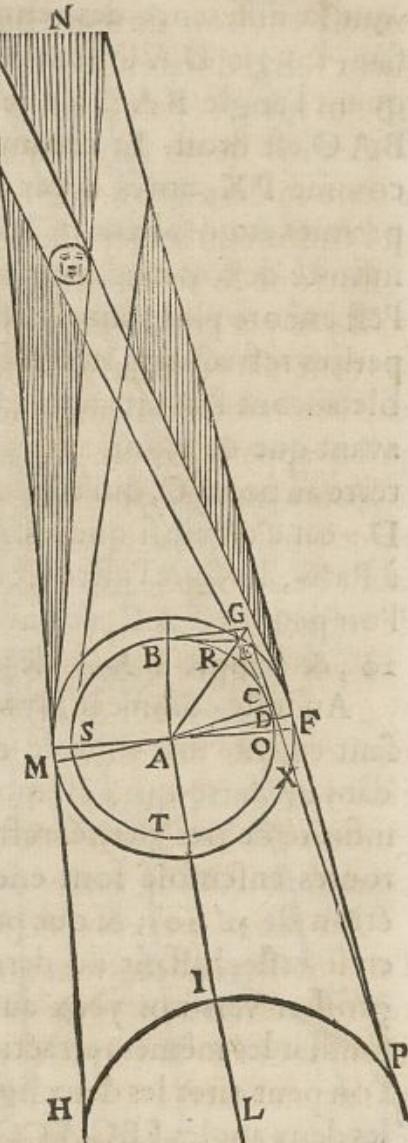
ference des climats où l'observation se fait, & suivant la difference des temps dans lesquels elle se fait, l'angle DAO sera de  $70^d\ 14'$ ; & par consequent l'angle BAD de  $19^d\ 46'$ , parce que l'angle BAO est droit. Et comme un rayon de lumiere comme PX, apres avoir rencontré la surface du premier atmosphere de l'air grossier, & passé une infinité de fois d'un air grossier dans un autre qui l'est encore plus, aura souffert une infinité de tres-petites refractions insensibles, qui toutes ensemble auront fait un angle de refraction de  $32' 20''$ , avant que ce rayon ait pu toucher la surface de la terre au point C, qui est éloigné de  $32' 20''$  du point D: car c'est ainsi que les Astronomes l'observent à Paris, lorsque l'astre est de  $32' 20''$  sous l'horison; l'on peut tirer AC, ce qui fera l'angle CAD de  $32' 20''$ , & l'angle BAC de  $19^d\ 13' 40''$ .

Au reste comme le rayon rompu XC, en passant ensuite une infinité de fois d'un air grossier dans un autre qui l'est moins, souffre encore une infinité de tres-petites refractions insensibles, qui toutes ensemble font encore un angle de refraction de  $32' 20''$ ; & que pour causer le crepuscule en se reflechissant du dernier atmosphere de l'air grossier vers nos yeux au point B, il doit encore souffrir les mêmes refractions avant que d'y venir; l'on peut tirer les deux lignes BE, CE en sorte que les deux angles EBG, ECG soient chacun pareillement de  $32' 20''$ .

Or comme le crepuscule se termine au point G,  
H

58 ESSAY DE DIOPTRIQUE.

ou plutôt à cause de ces deux dernières refractions au point E, & que les 2 lignes BG, GC sont égales, à cause qu'elles touchent toutes deux la circonference de la terre, & qu'elles concourent au point G, & par conséquent aussi les deux lignes BE, EC, à cause que l'angle GBE est égal à l'angle GCE ; l'on peut du point G tirer la ligne GA qui coupera l'angle BAC de  $19^{\circ} 13' 40''$  en deux également. Donc dans le triangle BAE où le côté AB est environ de 860 lieues, dont les 15 font un degré d'un grand cercle de la terre, l'angle BAE de  $9^{\circ} 36' 50''$  ; parce qu'il est la moitié de l'angle BAC, & l'angle ABE de  $89^{\circ} 27' 40''$ ; parce qu'il s'en faut  $32' 20''$  qu'il ne soit pas



## ESSAY DE DIOPTRIQUE.

59

un angle droit , l'on trouve facilement que le côté AE est environ de  $870^{\frac{1}{2}}$  lieuës , & que par consequent RE la difference qu'il y a entre AE & AR ou AB qui lui est égale , est environ de  $10^{\frac{1}{2}}$  lieuës .

Ces  $10^{\frac{1}{2}}$  lieuës sont donc la distance qu'il y a de la terre au dernier atmosphere de l'air grossier , qui est l'endroit où le crepuscule se termine .

Lorsque le soleil est fort peu sur l'horison , & qu'il y a par consequent beaucoup de rayons qui peuvent parvenir jusqu'à nos yeux en B , l'air doit paroître teint de blanc , de jaune & de rouge , ce qu'on appelle aurore , & le rouge doit paroître toujours immédiatement couché sur l'horison , parce qu'il est causé par des raions de lumiere , qui ayant beaucoup de force & de vitesse , souffrent peu de refraction .

Pour ce qui est des rayons bleus & violet , qui ayant peu de force & de vitesse , doivent souffrir beaucoup de refraction , ils doivent paroître plus éloignez de l'horison ; mais ils ne peuvent être guères visibles , à cause de leur foiblesse & de la couleur bleue du ciel .

Au reste les rayons de lumiere , qui traversent l'air grossier en souffrant une infinité de tres-petites refractions insensibles , doivent s'assembler bien loin de la terre , comme s'ils venoient de passer au travers d'un grand verre objectif . Et comme ceux qui viennent du point P , qui est le bord supérieur du soleil , doivent s'assembler bien en deçà du chemin de la lune , & ceux qui vien-

ART. LVI.  
Que la hauteur de l'air grossier est environ de 10.  
 $\frac{1}{2}$  lieuës d'Allemagne.

ART. LVII.  
La cause de l'apparence de l'aurore.

ART. LVIII.  
Pourquoi la Lune paroît éclairée , quoiqu'elle passe par le milieu de l'ombre de la terre .

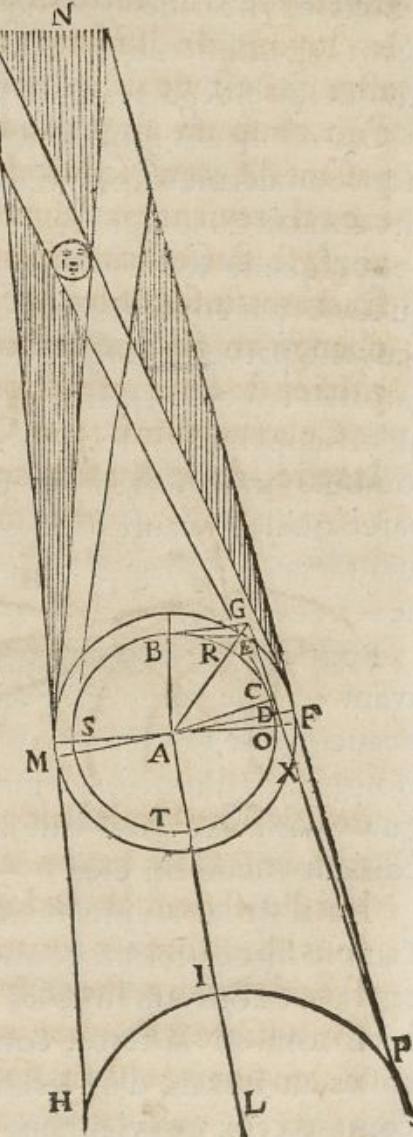
H ij

nent du point H, qui est le bord inférieur, bien au delà de ce chemin, nous ne trouverons pas étrange, si nous voyons la lune un peu éclairée pendant qu'elle s'éclipse, & qu'elle traverse l'ombre de la terre, comme l'expérience le fait voir.

## ART. LIX.

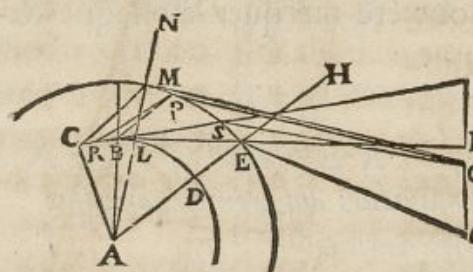
Que l'on peut supposer qu'il y ait un air homogène, jusqu'à une certaine distance de la terre ; que cet air fasse un atmosphère concentrique à la terre ; & qu'il soit enveloppé d'un autre air plus subtil.

Quoique les rayons de lumière, en passant une infinité de fois d'un air subtil dans un autre qui l'est un peu moins, souffrent avant que d'entrer dans nos yeux une infinité de très-petites réfractions insensibles, qui toutes ensemble font une réfraction sensible ; l'on peut, pour se débarrasser de toutes ces réfractions insensibles, supposer qu'il y ait un air homogène jusqu'à une certaine distance de la terre ; que cet air fasse



un atmosphère concentrique à la terre; & qu'il soit enveloppé d'un autre air plus subtil, en sorte que les rayons de lumière, qui partent de quelque astre qui est de  $32' 20''$  sous l'horizon, fassent tout d'un coup un angle de refraction de  $32' 20''$ , en passant de cet air subtil dans l'autre plus grossier: car cela revient parfaitement au même que si cet angle se faisoit par une infinité de très-petites réfractions insensibles, & par consequent cela ne change en aucune maniere la nature & les proprietez de cette réfraction.

Cela étant ainsi, soit C B L la circonference de la terre, dont A est le centre, soit B F, l'horizon



A R T. LX.  
Que si l'on donne une demi lieue de hauteur à l'atmosphère de l'air grossier, la refraction est environ en raison de 99968 à 99941 comme l'expérience l'apprend.

de l'air subtil & de l'air grossier, d'une demi-lieuë; & soit E G un rayon de lumière, qui venant du bord inférieur de la lune lorsqu'il est de  $32' 20''$  sous l'horizon, rencontre fort obliquement la surface de l'air grossier E P M au point E, où l'horizon visible B F coupe cette surface, & s'y détourne, en sorte qu'il y fasse un angle de refraction de  $32' 20''$ , & qu'il rase par consequent l'horizon visible B F. Donc dans le triangle rectangle ABE, où AB est de 860 lieues & AE de  $860 \frac{1}{2}$  lieues, on

H iij

## 62 ESSAY DE DIOPTRIQUE.

trouve facilement que le côté BE est environ de  $28\frac{1}{2}$  lieuës, l'angle BAE de  $1^d 57' 20''$ , & l'angle rompu BEA de  $88^d 1' 40''$ ; douù il suit que l'angle d'incidence HEG est environ de  $88^d 34'$ . L'on peut donc conclure que la refraction que les rayons de lumiere souffrent en passant de l'air subtil dans l'air grossier, dont nous avons supposé que MPE est la surface commune, est environ en raison de 99968 à 99941, ce qui s'accorde assez bien avec les observations exactes qui en ont été faites à l'Observatoire de Paris, comme on le peut voir dans la table suivante, où les refractions ou excés des hauteurs apparentes que les astres ont par-dessus les veritables, ont été marquez à chaque degré de leur élévation.

TABLE DES REFRACTIONS  
ou des excés des hauteurs apparentes par-dessus  
les veritables.

Haut. Refract.	Haut. Refract.	Haut. Refract.
$0^d 32' 20''$	$9^d 6' 4''$	$18^d 3' 0''$
$1 27 56$	$10 5 28$	$19 2 49$
$2 21 4$	$11 5 58$	$20 2 39$
$3 16 6$	$12 5 32$	$21 2 31$
$4 12 48$	$13 4 12$	$22 2 25$
$5 10 32$	$14 3 54$	$23 2 18$
$6 8 55$	$15 3 36$	$24 2 12$
$7 7 44$	$16 3 24$	$25 2 6$
$8 6 47$	$17 3 11$	$26 2 0$

## ESSAY DE DIOPTRIQUE. 63

Haut. Refract.		Haut. Refract.		Haut. Refract.	
27 <sup>d</sup>	1' 55"	49 <sup>d</sup>	52"	71 <sup>d</sup>	20"
28	1 51	50	50	72	19
29	1 46	51	49	73	18
30	1 42	52	47	74	17
31	1 38	53	45	75	16
32	1 34	54	43	76	15
33	1 30	55	41	77	14
34	1 27	56	40	78	13
35	1 23	57	38	79	12
36	1 20	58	37	80	11
37	1 18	59	35	81	10
38	1 15	60	34	82	9
39	1 12	61	33	83	8
40	1 10	62	31	84	7
41	1 7	63	30	85	6
42	1 5	64	28	86	5
43	1 3	65	27	87	4
44	1 1	66	26	88	3
45	0 59	67	25	89	2
46	58	68	24	90	1
47	56	69	22		
48	54	70	21		

L'on voit clairement ici que les rayons de lumie-  
re, qui tombent sur la surface de l'air grossier avec  
un angle d'incidence d'environ seize minutes, ne  
peuvent pas seulement faire un angle de refraction  
d'une demi seconde. Et comme ceux qui viennent  
des extremitez du diametre horizontal de la lune,

ART. LXI.  
Que cette re-  
fraction ne  
peut pas faire  
paroître le  
diametre ho-  
rizontal de la  
lune d'une se-  
conde plus  
grand, qu'il  
n'est.

tombent sur la surface de l'air grossier avec un angle qui est environ de seize minutes, pour se détourner parallèlement à l'horizon, dans le sens que je l'entens ici ; ce diamètre ne peut pas seulement paraître agrandi d'une seconde, ce qui doit être tout-à-fait imperceptible.

**ART. LXII.**  
Pourquoi les astres doivent paraître moins brillants à l'horizon que lorsqu'ils en sont éloignez.

Et certes il ne servira de rien de dire, que les rayons de lumiere, qui partent de la lune lorsqu'elle est à l'horizon, ont beaucoup plus d'air grossier à traverser que ceux qui en partent, lorsqu'elle est sur nôtre tête ; car c'est l'angle de leur inclinaison avec lequel ils passent de l'air subtil dans l'air grossier, qui détermine la quantité de l'angle de la refraction, & non pas la quantité de l'air grossier, qu'ils ont à parcourir, & qui ne peut faire autre chose qu'obscurez la lune en interceptant quantité de rayons de lumiere qui en partent ; de même qu'il arrive lorsqu'on voit un objet au travers d'un verre bien épais.

**ART. LXIII.**  
Que la refraction dans l'air auroit une raison plus grande, suivant la différente hauteur de l'atmosphère de l'air grossier.

Si l'atmosphère de l'air grossier avoit une lieue de hauteur, la refraction que les rayons de lumiere souffriroient en passant de l'air subtil dans l'air grossier, seroit environ en raison de 99926 à 99883 ; & s'il avoit un quart de lieue de hauteur, cette refraction seroit environ en raison de 99989 à 99970 , comme il est facile de le calculer.

**ART. LXIV.**  
La démonstration de deux lemmes qui soat nécessaires pour faire voir que la re-

Maintenant pour faire voir ce qui doit arriver à l'égard du bord supérieur de la lune, ou si l'on vouloit commencer par l'examen de son bord supérieur, pour faire voir après ce qui devroit arri-

ver

ver à son bord inférieur, il sera à propos d'insérer ici les deux lemmes qui suivent.

Soit A le centre des deux cercles CMD, EF; & soit l'angle EAF égal à l'angle CAD. Si l'on tire du point C par le point E la ligne CK, & du point D, par le point F la ligne DK, qui concourt avec la droite CK

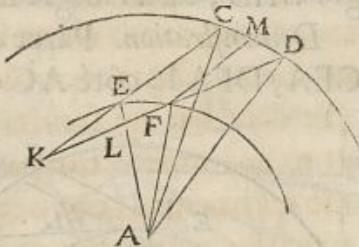
au point K: Je dis que l'angle CKD sera égal à l'angle CAD, ou à l'angle EAF.

*Démonstration.* Parce que dans les deux triangles CEA, DFA, le côté AC est égal au côté AD, le côté EA égal au côté FA, & l'angle EAC égal à l'angle FAD; l'angle CEA sera égal à l'angle DFA. Or l'angle CEA est égal aux deux angles EKL, KLE du triangle EKL, & l'angle DFA égal aux deux angles FLA, LAF du triangle FLA. Donc parce que les deux angles CEA, DFA sont égaux, les deux angles EKL, ELK seront égaux aux deux angles FLA, LAF. Et comme les deux angles ELK, FLA sont égaux, les deux angles EKL, EAL seront aussi égaux; ce qu'il falloit démontrer.

Si l'on tire du point F la droite EM parallèle à la ligne KD, l'angle CEM sera égal à l'angle CKD.

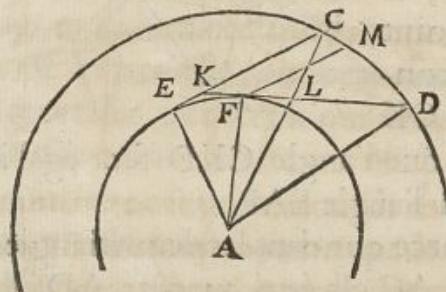
Soit encore A le centre des deux cercles CMD, EF, & soit l'angle EAF égal à l'angle CAD. Si l'on tire du point C la ligne CE en sorte qu'elle touche le cercle EF au point E, & si l'on tire du point D

fraction doit faire paraître le diamètre vertical de la lune plus petit qu'il n'est.



la ligne DFK, en sorte qu'elle touche le cercle EF au point F, & qu'elle concoure avec la ligne CE au point K: Je dis que l'angle CKD sera égal à l'angle CAD, ou à l'angle EAF.

*Démonstration.* Parce que dans les deux triangles CEA, DFA le côté AC est égal au côté AD, le cô-



té EA égal au côté FA, & l'angle EA C égal à l'angle F AD ; l'angle ECA sera égal à l'angle FDA. Et comme l'angle CLD est égal aux deux an-

gles KCL, CKL du triangle KCL, & par conséquent égal aux deux angles LAD, LDA du triangle LAD; les deux angles KCL, CKL feront égaux aux deux angles LAD, LDA; & l'angle DKC égal à l'angle CAD, ou EAF; ce qu'il falloit démontrer.

Si l'on tire du point F la droite FM parallele à la droite EC, l'angle MFD sera égal à l'angle CKD.

**ART. LXIV.**  
Demonstration qui fait voir que la refraction qui se fait dans l'air, doit faire paraître le diamètre vertical de la lune plus petit qu'il n'est.

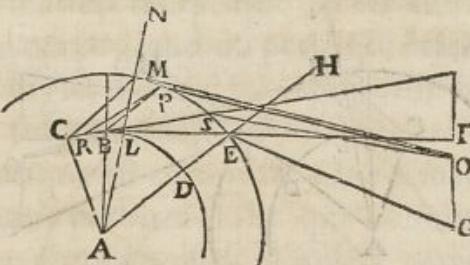
Soit à présent tirée CA , en sorte que l'angle CAB soit de 32 minutes, & soit tirée AM , en sorte que l'angle MAH soit pareillement de 32 min. Or comme la lune a son diametre de 32 minutes, il est évident qu'un rayon de lumiere partant de son bord superieur O , & tombant sur la surface de l'air grossier au point M éloigné du point E de 32 min. fera son angle d'incidence N MO égal à l'angle d'incidence HEG ; & qu'ainsi leurs angles

rompus  $BEA$ ,  $CMA$  étant aussi égaux, le rayon rompu  $MC$  touchera la surface de la terre au point  $C$ , éloigné du point  $B$  où est l'œil du spectateur, de 32 min. Mais comme il faut pourvoir le bord supérieur de la lune

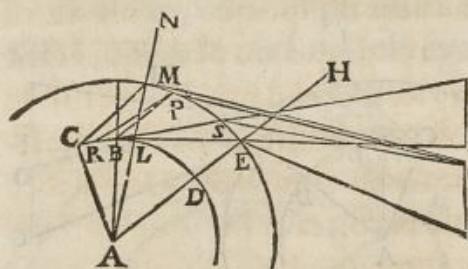
au point  $B$ , qu'il y ait un rayon, qui partant de là, rencontre la surface de l'air grossier au dessous du point  $M$ ,

sous forme d'un angle  $EBP$ ; puisque par notre deuxième lemme cet angle est égal à l'angle  $EAM$  qui est de 32 min. Mais comme le rayon incident  $OP$  en tombant sur la surface de l'air grossier au point  $P$ , fait un angle d'incidence plus petit que s'il tomboit au point  $M$ , & par conséquent aussi un angle rompu plus petit; il est évident que  $BP$ , qui est parallèle à  $CM$ , ne peut pas être le rayon rompu du rayon incident  $OP$ ; mais que ce doit être par exemple un rayon comme  $PR$ , qui rencontre la surface de la terre entre les deux points  $B$  &  $C$ ; & qu'il faut par conséquent qu'il y ait un rayon incident comme  $OS$ , qui rencontre la surface de l'air grossier au point  $S$ , qui est au

I ij



dessous du point P, afin qu'il puisse envoyer son rayon rompu SB au point B où est l'œil du spectateur. Cela étant, il est manifeste que le diamètre vertical de la lune doit paroître plus petit au



point B que son diamètre horizontal, puisqu'on le voit sous l'angle EBS, qui est plus petit que l'angle EBP, qui

étant de 32 minutes, nous le doit faire voir dans sa vraie grandeur.

ART. LXV.  
Que l'on fera voir dans un autre Chapitre pourquoi la lune doit paroître plus grande lorsqu'elle est à l'horison, que lorsqu'elle est au zenith.

Or cela est entierement conforme à ce que l'expérience nous en apprend. Mais puisque les réfractions n'augmentent pas le diamètre vertical de la lune ; mais qu'au contraire elles le diminuent, comme nous venons de le voir ; & qu'elles n'augmentent son diamètre horizontal qu'imperceptiblement, sans alleguer que l'un & l'autre de ces diamètres nous doivent paroître effectivement plus petits lorsqu'elle est à l'horizon, que lorsqu'elle est au zenith, parcequ'elle est d'un demi-diamètre de la terre plus éloignée de nous, lorsqu'elle est à l'horizon que lorsqu'elle est au zenith ; d'où vient donc me dira-t-on cette grandeur apparente de la lune, lorsqu'elle est à l'horizon, & principalement dans un temps de brouillards. Je tâcherai d'en donner la raison dans le chapitre où je parlerai de la vision.

## CHAPITRE V.

*Du Point Optique.*

**U**N point en matière d'Optique , n'est autre chose qu'un corps grand ou petit, qui étant vu sous un certain angle, n'étend son image sur le fond de l'œil que sur l'extremité d'un seul des filets dont le nerf optique est composé. Une armée toute entiere ne nous paroîtra donc que comme un point , si nous en sommes assez éloignez pour qu'elle ne puisse étendre son image que sur l'extrémité d'un seul de ces filets. Si nous en approchons davantage , un regiment nous pourra paroître comme un point ; après, une compagnie de soldats; après, chaque soldat, & ainsi de suite; & même il se pourra faire qu'une étoile fixe ne nous paroisse que comme un point, quoi qu'elle soit des millions de fois plus grande que le soleil.

Ceci étant bien considéré , il ne sera pas difficile de comprendre ce me semble , comment un nombre presque infini de rayons , comme disent les Opticiens, peuvent venir d'un seul & unique point de quelque objet : car si nous supposons qu'un objet vu sous un angle d'une minute , ne nous paroît que comme un point , en n'étendant son image que sur l'extremité d'un seul des filets du nerf optique; nous trouverons facilement par la trigonometrie , qu'un objet d'une ligne en carré ne nous doit paroître que comme un point, si nous

ART. I.  
Qu'un objet qui n'étend son image que sur l'extremité d'un seul des filets du nerf optique, peut être appellé un point , quelque grandeur que cet objet puisse avoir.

ART. II.  
Que tous les rayons de lumière qui tombent sur un objet d'une ligne en carré font un nombre de 5837478428, lorsqu'il est suffisamment éclairé ; mais qu'ils y occupent autant de place que s'il y en avoit 7429518000, qui y tom-

ESSAY DE DIOPTRIQUE.

soient perpendiculairement.

70 en sommes éloignez de 3438 lignes. Or si nous supposons que chaque point d'un objet suffisamment éclairé n'envoie que 100 rayons à la prunelle; c'est-à-dire que 100 rayons de lumiere suffisent pour faire assez d'impression dans les esprits animaux renfermez dans un filet du nerf optique, pour que l'ame puisse s'apercevoir bien clairement du point d'où ils partent; & si nous supposons que notre prunelle ait l'ouverture d'une ligne en quarré pour recevoir ces 100 rayons; il y en aura 5837478428 en tout qui tomberont sur un objet d'une ligne en quarré, lorsqu'il est suffisamment éclairé: car nous scavons par les demonstrations d'Archimede, que la surface de la sphère, dont le demi - diametre est de 3438 lignes , contient 148595360 lignes quarrées, & par consequent la surface de l'hémisphère 74295180 de ces lignes. Et comme l'ouverture de la prunelle a été supposée être d'une ligne en quarré; il est evident que cette prunelle peut être placée en 74295180 endroits differens de l'hémisphère, pour recevoir des rayons de lumiere qui partent de l'objet d'une ligne en quarré, qui est dans le centre de la sphère, dont le diamètre est de 6876 lignes.

Si cet objet envoioit donc 100 rayons de lumiere vers la prunelle, non seulement lorsqu'elle lui est perpendiculairement opposée ; mais aussi en quelque endroit de l'hémisphère qu'elle fust placée, l'on n'auroit qu'à multiplier les 74295180 lignes quarrées par 100 pour avoir tous les rayons

de lumiere qui tomberoient sur un objet d'une ligne en quarré , & qui monteroient à une somme de 7429518000.

Mais comme un objet , qui n'envoie que 100 rayons vers la prunelle , lorsqu'elle est directement opposée , ne lui envoie à la même distance que 50 rayons , lorsqu'ils partent de cet objet avec un angle d'inclinaison de 30 degrez ; qu'il ne lui envoie que dix rayons , lorsque l'angle d'inclinaison n'est que de 5° 45' ; & qu'elle ne lui envoie qu'un seul rayon , lorsque l'angle d'inclinaison n'est que de 35 min. &c. c'est-à-dire , que la quantité de rayons qu'un objet envoie à la prunelle , est comme les sinus de leurs angles d'inclinaison sur cet objet : il n'y aura pas 7429518000 rayons qui tomberont sur cet objet , & qui s'en reflechiront ensuite vers tout l'hémisphère ; mais un nombre de rayons qui sera à ce nombre de 7429518000 , comme la somme de tous les sinus est à la somme des sinus totaux . Or comme la somme des sinus totaux est à la somme de tous les sinus , comme 14 est à 11 , l'on trouve facilement par une règle de trois , que le nombre de 5837478428 est celui de tous les rayons qui tombent sur un objet d'une ligne en quarré , & que cet objet renvoie vers tout l'hémisphère , dont il occupe le centre ; mais qui à cause de leur inclinaison tiennent autant de place sur cet objet , comme s'il y en avoit en effet 7429518000 qui y tombassent perpendiculairement .

**A R T . III .** Et comme les rayons de lumiere qui tombent sur quelque objet s'en reflechissent apres, & qu'ils y occupent par consequent le double de la place, l'on peut dire, que le double de 5837478428 rayons: c'est à-dire, 11674956856 rayons peuvent trouver assez de place sur un objet d'une ligne en quarré, sans 11674956856. lorsqu'il est suffisamment s'y confondre & empêcher les uns les autres.

Il est vrai que l'imagination se perd à la vûe de éclairé.

**A R T . IV .** L'étrange delicatesse qu'un rayon de lumiere doit Qu'il n'est pas impossible avoir, si le nombre prodigieux que nous venons qu'un nombre infiniment d'en trouver, peut avoir assez de place sur un objet au de-là de 11674956856. d'une ligne en quarré, sans que ces rayons s'y comprenne trouver fendent & s'y empêchent les uns les autres. Mais assez de place si nous ne voulons pas que notre esprit s'arrête sur un objet d'une ligne en avec nos yeux, & qu'il soit autant borné que nos quarré, & qu'il n'est pas sens & notre imagination ; nous ne craindrons pas consequent pas difficile de d'assurer, que non seulement cette quantité, comprendre, comment tous mais un nombre pour ainsi dire, infiniment au les rayons visuels, se peuvent croiser. de là, y pourroit trouver assez de place : & après cela il ne sera pas difficile de comprendre, comment il se peut faire que tous les rayons visuels, qui viennent de tous les endroits imaginables, se puissent croiser sans s'empêcher les uns les autres.

**A R T . V .** Sil'on suppose à present que l'œil n'ait qu'un Qu'un filet du nerf optique ne peut avoir gueres plus de largeur que la cinquième partie du diamètre d'un fil d'araignée, & pas plus de grosseur que ne ligne de diamètre, & éloigné de l'œil de 3438 lignes, passent par le centre de l'œil, & qu'ils rentrent la retine dans le point où les rayons se réunissent, l'on trouvera que l'épaisseur d'un filet du nerf

du nerf optique ne sera que la  $573^{\text{me}}$  partie d'une ligne, ou la  $5^{\text{me}}$  partie d'un fil d'araignée, supposé que ce fil ait sa largeur environ égale à la  $113^{\text{me}}$  partie d'une ligne. Or si la largeur ; c'est-à-dire, le diamètre d'un filet du nerf optique, n'a que la cinquième partie de la largeur d'un fil d'araignée, sa grosseur n'en sera que la  $25^{\text{me}}$  partie, ce qui nous fait voir que les esprits animaux contenus dans ces filets, doivent être d'une petitesse incompréhensible.

Il paroît manifestement de ce que nous venons de dire, que si l'interposition de beaucoup d'air grossier entre l'objet & l'œil n'interceptoit pas quantité de rayons, chaque point d'un objet renverroit toujours une quantité égale de lumière vers nos yeux, soit qu'il en fust proche ou éloigné ; & qu'un même objet nous paroîtroit par consequent également éclairé, à quelque distance qu'il en fust, pourvû néanmoins qu'il fust toujours également éloigné du corps lumineux.

ART. VI.  
Qu'un objet proche ou éloigné doit toujours paroître également éclairé, pourvû qu'il soit toujours également éclairé du corps lumineux.

## CHAPITRE VI.

*De l'Oeil.*

**S**I l'on coupeoit un œil par la moitié ; en sorte que le plan de la section passeât justement par le milieu de la prunelle , il paroîtroit à peu près comme il est représenté dans cette figure. ABCB est une peau assez dure & épaisse, qui est comme un vase rond, dans lequel toutes les parties intérieures sont contenues. DEF est une autre peau

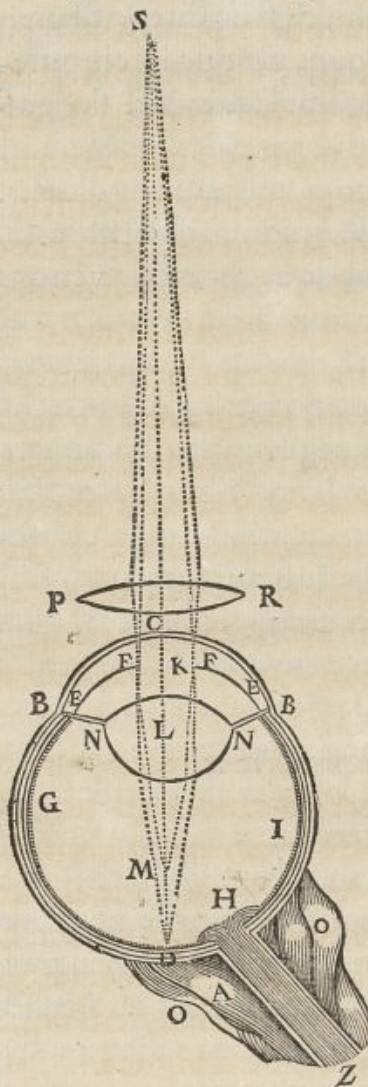
ART. I.  
Description de l'œil.

K

plus déliée , qui est tendue comme une tapisserie au dedans de la precedente. ZH est le nerf optique, composé d'un tres-grand nombre de petits filets,

dont les extremitez s'étendent en tout l'espace GHI, où se mêlant avec une infinité de veines & d'arteres , ils composent une troisième peau ou membrane , qu'on appelle la retine , & qui couvre tout le fond de la seconde. K, L, M sont trois sortes d'humeurs ou glaires fort transparentes , qui remplissent tout l'espace contenu au dedans de ces peaux , & par le moyen desquelles les rayons de lumiere qui partent de chaque point d'un objet, se réunissent sur les extremitez d'autant de filets du nerf optique, sans quoi la vision seroit confuse, à peu près comme il arrive aux myopes & aux presbites.

L'experience nous montre que le cristallin cause à peu près la même refra-



ction que le verre ou le cristal, & que les deux autres humeurs K & M la causent un peu moindre, environ comme l'eau commune.

La partie BCB de la premiere peau ABCB est transparente & un peu plus voûtée que le reste BAB. La partie EFFE de la seconde peau DEFFE a au milieu un petit trou rond FF, qu'on nomme la prunelle. Ce trou n'est pas toujours de même grandeur : & la partie EF de la peau où il est, nage librement dans l'humeur K qui est fort liquide, & qui à cause de cela a reçû le nom d'humeur aqueuse. Cette partie semble être un petit muscle qui peut s'etrecir & s'élargir à mesure que l'on regarde des objets plus ou moins proches, ou plus ou moins éclairez ; ou qu'on les veut voir plus ou moins distinctement. La surface interieure de cette partie EF qui regarde le fond de l'œil, est toute noire, afin d'amortir les rayons qui pourroient reflechir de là vers la retine, & rendre la vision confuse.

EN, EN sont plusieurs petits filets noirs, qu'on nomme ligamens ciliaires. Ils entourent le cristallin L ; & naissant de la seconde peau, où la troisième se termine, ils semblent n'être que de petits tendons, par le moyen desquels cette humeur L devient plus plate ou plus convexe, & s'éloigne ou s'approche en même temps de la retine, selon que l'on regarde des objets proches ou éloignez.

Enfin OO sont six ou sept muscles attachez à l'œil par dehors pour le mouvoir de tous côtés,

K ij

76 ESSAY DE DIOPTRIQUE.

& peut-être aussi pour avancer ou pour reculer la retine, suivant que les objets sont proches ou éloignez.

ART. II.  
Ce qui arrive dans une chambre obscure.

Si l'on ferme une chambre, en sorte qu'il n'y puisse entrer de lumière que par un seul trou rond, devant lequel on met un verre convexe ; l'on peut recevoir sur un linge blanc étendu dans cette chambre à une certaine distance du verre, les images des objets qui sont en dehors, à condition néanmoins que ce trou ne soit ni trop grand ni trop petit : car s'il est trop grand, ces images s'y représentent avec clarté & vivacité ; mais fort confusément, parce que les rayons de lumière qui partent de divers points d'un objet, ne se peuvent pas réunir sur le linge avec toute la précision nécessaire ; & au contraire s'il est trop petit, elles y paroissent fort distinctes ; mais fort peu vives.

ART. III.  
Comparaison de l'œil à la chambre obscure.

Sinous comparons l'œil à cette chambre, nous pouvons dire que ce trou représente la prunelle ; ce verre convexe le cristallin, ou plutôt toutes les parties de l'œil qui causent quelque refraction ; ce linge la peau interieure qui est formée par l'épanouissement des filets du nerf optique ; & enfin que la main de celui qui changerait de verre, suivant la différente distance des objets, représente les ligamens ciliaires, qui s'enflant comme autant de fibres muscleuses, aplatisent en s'accourcissant, le cristallin qu'ils tiennent suspendu, & le reculent du fond de l'œil ; ou qui se desenflant y laissent retourner cette humeur, & lui laissent

en même temps reprendre sa première convexité; & que la main de celui qui au défaut de cela étendroit le linge à la distance requise du verre, représente les muscles qui tirent le fond de l'œil en arrière, ou qui l'avancent suivant la différente distance des objets. Et je croi qu'en l'humeur vitrée, & moins encore l'humeur aqueuse, sont capables d'empêcher considérablement ces actions des muscles & des ligamens: car l'humeur vitrée étant d'une consistance à peu près comme de la gelée; ou bien d'une consistance moyenne entre la gelée & la glaire d'œufs, doit facilement changer de figure, & s'accommode à celle que l'on donne au corps où elle est enfermée, & l'autre étant d'une consistance à peu près comme de l'eau commune, doit encore plus facilement s'y accommode, & céder par tout.

Il sera à propos d'examiner en cet endroit, si les objets proches & ceux qui sont éloignez, traçent leurs images également distinctes sur la rétine, à cause que le cristallin l'arondit ou l'aplatit, suivant la différente distance des objets; ou à cause qu'elle s'approche ou s'éloigne du fond de l'œil; ou à cause que les muscles retirent le fond de l'œil en arrière ou l'avancent; ou bien à cause que tout cela y contribue.

Soit S un objet éloigné de l'œil C de sept ou de huit pouces, & dont les rayons qui en partent se réunissent sur la rétine au point D. Cela étant, si l'on interposoit un verre convexe comme P R en-

A R T. IV.  
Raison pour-  
quoi l'on voit  
les objets  
proches & é-  
loignez éga-  
lement di-  
stincts, &  
qu'il faut que  
le changement  
du cristallin  
aussi bien que  
celui de tout  
l'œil, y con-  
tribue en mê-  
me temps.

Voyez la figure  
precedente.

K iij

tre l'œil & l'objet ; il est évident que ces rayons se réuniroient avant que d'arriver à la retine, comme par exemple , en M si l'œil demeuroit toujours dans le même état : c'est-à-dire , si la retine ou le cristallin ne changeoient point de place , ou que cette humeur ne devenoit pas tant soit peu plus plate ; & que l'on ne verroit par consequent cet objet que fort confusément.

Il est encore évident que si les muscles poussoient la retine jusqu'au point M , ou si au lieu de cela le cristallin s'avançoit suffisamment vers la retine, cet objet y representeroit son image sans confusion, mais plus petite , & par consequent aussi moins parfaite : c'est-à-dire , qu'on n'en découvrira pas si bien toutes les parties. Mais comme le contraire se trouve vrai par l'expérience ; c'est-à-dire , qu'un objet paroît & plus grand & plus distinct par l'interposition d'un verre convexe entre l'œil & cet objet , il faut conclure de nécessité , qu'alors le cristallin ne s'éloigne pas seulement de la retine; mais qu'il s'aplatit encore en même temps , plus même que le verre n'a donné de convexité à l'œil.

**A R T . V.**  
Ce qu'il faut faire lorsque l'objet est trop proche d'un œil trop plat , ou trop éloigné d'un œil trop voûté , pour être vu distinctement.

S'il arrive qu'un objet soit si proche de l'œil , que le cristallin ne puisse pas être suffisamment arrondi pour représenter l'image de cet objet sur la retine , il faut avoir recours à l'art où la nature nous manque , & l'aider par l'interposition d'un verre convexe entre l'œil & l'objet. Mais si un objet est si éloigné d'un œil trop voûté , que le cristallin ne puisse pas être suffisamment aplati pour

représenter l'image de cet objet sur la rétine, il faut encore avoir ici recours à l'art, & l'aider par l'interposition d'un verre concave entre l'œil & l'objet.

Les gens de Lettres, & ceux qui s'accoutument à regarder toutes choses de près, sont ordinairement sujets à ce dernier défaut; & le premier est presqu'une suite nécessaire de la vieillesse, puisque les fibres des ligaments ciliaires aussi bien que toutes les autres parties du corps commençant alors à devenir inflexibles, & à se raccourcir, aplatisissent le cristallin, & lui ôtent le moyen de pouvoir s'arrondir suffisamment.

A R T. VI.  
Pourquoi certaines personnes sont sujettes à être myopes, & d'autres à être presbyres.

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

*De la Vision.*

**J**E dirai ici en peu de mots comment se fait la vision : c'est-à-dire, comment l'âme s'apperçoit des objets qui sont hors de nous, après qu'ils ont tracé leurs images sur la rétine.

A R T. I.  
Explication de la manière que se fait la vision.

Tout le monde sait que les impressions que les objets font dans les membres extérieurs, parviennent jusqu'à l'âme par l'entremise des nerfs. Les Anatomistes trouvent trois choses dans ces nerfs, savoir les membranes qui les enveloppent, & qui prenant leur origine de celles qui enveloppent le cerveau, sont comme de petits tuyaux divisés en plusieurs branches qui se répandent par

A R T. II.  
Que les impressions que les objets font dans les membres extérieurs parviennent jusqu'à l'âme par l'entremise des nerfs, & que les Anatomistes trou-

vent trois choses différentes dans ces nerfs.

tous les membres du corps , à peu près comme les veines & les arteres ; leur substance interieure qui n'est qu'une infinité de petits filets creux , qui s'étendent tout le long de ces tuyaux membraneux , depuis le cerveau où ils prennent leur origine , jusqu'aux extremitez des autres membres , où ils s'attachent ; en sorte que l'on peut s'imaginer en chacun de ces petits tuyaux une infinité de ces filets qui n'ont point de communication les uns avec les autres ; & enfin les esprits animaux , qui sont les parties du sang les plus subtile , qui se separent dans les glandes qui font la partie cendrée corticale ou exteriere du cerveau ; & qui s'écoulent dans les muscles par ces filets , qu'ils tiennent toujours enflez & tendus ; en sorte que le mouvement qui s'imprime dans les esprits animaux qui sont à l'un des bouts de quelqu'un de ces filets , se puisse communiquer au même instant à ceux qui sont à l'autre bout .

ART. III.

Que les differens mouvemens que les objets qui sont hors de nous communiquent aux esprits animaux , excitent en nous toutes les qualitez sensibles.

Or comme il est manifeste que les objets qui sont hors de nous , n'agissent sur ces filets , ou plutôt sur les esprits animaux qui y sont contenus , que par des mouvemens qu'ils transportent jusque dans le cerveau ; l'on peut penser qu'il n'y a que les differens mouvemens , que les objets qui sont hors de nous , impriment dans les esprits animaux , qui font avoir à l'âme le sentiment de la lumiere , de la couleur , du son , de la chaleur , &c. & que ces apparences viennent de nous , & nous doivent être entierement attribuées .

ART. IV.  
Que les appa-

C'est donc ainsi que les apparences de la lumiere

miere & de la couleur , qui seules parmi toutes les qualitez que nous appercevons dans les objets , appartiennent au sens de la vûe , ne sont excitez en nous que par les differens mouvemens avec lesquels les rayons de lumiere agissent sur les esprits contenus dans les filets des nerfs optiques : c'est-à-dire , que la force de leur mouvement en general qu'ils impriment à ces esprits , nous fait avoir le sentiment de la lumiere , & la difference de cette force , celui de la couleur ou de la lumiere colorée .

Comme nous avons supposé que chaque point d'un objet bien éclairé , n'envoie que cent rayons de lumiere vers la prunelle , qui se réunissant tous sur l'extrémité d'un seul des filets du nerf optique , communiquent leur mouvement aux esprits animaux contenus dans ce filet ; il est manifeste , que puisque ces rayons ne sçauroient mouvoir ces esprits que d'une seule façon , l'ame ne sçauroit distinguer aucune des parties d'un seul point dans un objet ; non plus qu'on ne sçauroit distinguer quelque chose d'un point ou d'une ligne tracée sur du papier , quoique plusieurs points & plusieurs lignes qui y sont mises çà & là , nous puissent faire voir des maisons , des villes , des batailles , & mille autres choses . Par consequent , quoiqu'un tel objet fût peint d'une infinité de couleurs toutes diverses , il ne pourroit paroître qu'avec une seule couleur ; c'est-à-dire , avec celle qui proviendroit du mélange de toutes celles dont il seroit peint .

L

rences de la lumiere & de la couleur sont excitées en nous par les differens mouvemens que les rayons de lumiere impriment dans les esprits animaux contenus dans les filets du nerf optique.

ART. V.  
Que l'ame ne sçauroit distinguer aucune partie d'un objet , qui ne trace son image que sur l'extremité d'un seul filet du nerf optique , ni distinguer la diversité de ses couleurs .

**A R T. VI.**  
Que les objets sont vus plus ou moins distinctement suivant qu'ils étendent leurs images plus ou moins sur la retine.

Nous pouvons donc conclure à présent que plus l'image d'un même objet s'étend sur la retine, plus il doit être vu distinctement; & que généralement tous les corps se doivent voir moins distinctement de loin que de près.

**A R T. VII.**  
Qu'il y a six qualitez que nous appercevons dans les objets de la vue, outre la lumiere & la couleur, comment on connost la situation que les objets peuvent avoir à l'égard de notre corps.

Les qualitez que nous appercevons dans les objets de la vue sont, outre la lumiere & la couleur, la situation, la distance, la grandeur, la figure, le mouvement & le repos. Et pour ce qui est de la situation que chaque partie d'un objet, ou divers objets, peuvent avoir à l'égard de notre corps, nous la connoissons par la situation des parties du cerveau, d'où les filets qui contiennent les esprits, ébranlez par ces objets, prennent leur origine.

**A R T. VIII.**  
Raison pour laquelle on voit les objets dans leur situation naturelle, quoiqu'ils represen-tent leurs images ren-vertisées sur la retine.

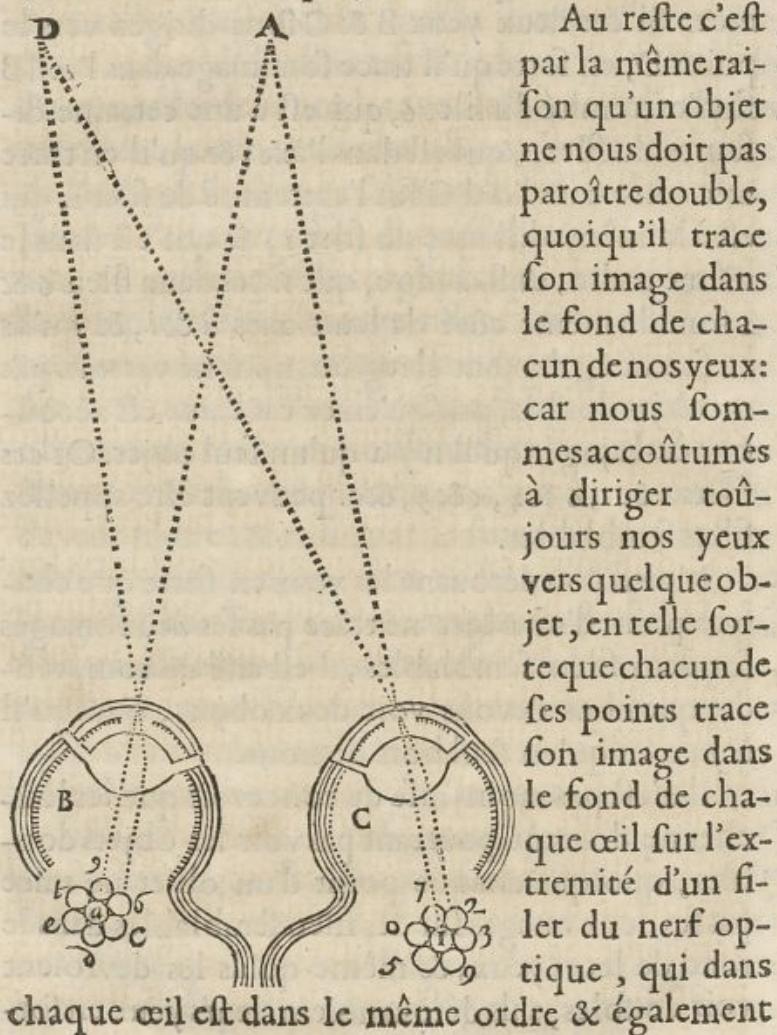
Et quoique les objets représentent leurs images renversées sur la retine, & qu'elles soient ainsi transmises jusqu'au cerveau, ils ne doivent pas pour cela paroître renversés : car puisque l'ame scéait d'ailleurs, en quelle situation ces objets sont à l'égard de notre corps, & qu'elle juge enfin par habitude, & sans faire aucun raisonnement, qu'ils sont toujours en une situation contraire à celle que leurs images ont sur la retine; ils doivent être vus en leur vraie situation, quoique leur peinture en ait une toute contraire dans le fond de l'œil.

**A R T. IX.**  
Que celui sur la retine duquel les objets auroient toujours tracé leurs images dans la vraie

Ils ensuit de ce que nous venons de dire, que si quelqu'un n'avoit jamais vu aucun objet qu'au travers d'une machine, qui fist en sorte que les objets imprimassent leurs images en leur vraie situation sur le fond de ses yeux, il les verroit tous dans

cette situation, & de même que nous les voyons; mais qu'il les verroit dans une situation toute contraire & renversée, si l'on venoit à lui ôter cette machine de devant les yeux. Ceux qui se servent tres-souvent des lunettes qui renversent les objets, éprouvent assez ce que je viens de dire.

situation, ver-  
roit ces objets  
renversez,  
s'ils traçoient  
tout d'un  
coup leurs i-  
mages renver-  
sées sur la re-  
tine.



Au reste c'est par la même rai-  
son qu'un objet ne nous doit pas paroître double, quoiqu'il trace son image dans le fond de cha-  
cun de nos yeux: car nous som-  
mes accoutumés à diriger tou-  
jours nos yeux vers quelque ob-  
jet, en telle sor-  
te que chacun de ses points trace son image dans le fond de cha-  
que œil sur l'ex-  
trémité d'un fi-  
let du nerf op-  
tique , qui dans  
chaque œil est dans le même ordre & également

L ij

*Poyez la figure precedente.*

éloigné du filer qui est dans l'axe. Soit par exemple A ou D un point de quelque objet, éloigné des yeux B & C à une distance un peu raisonnable ; soient  $a, b, c, d, \&c. \& 1, 2, 3, 9, \&c.$  les extremitez de plusieurs filets des deux nerfs optiques, par l'épanouissement desquels l'une & l'autre retine est formée. Si ces deux yeux B & C sont dirigez vers le point D, en sorte qu'il trace son image dans l'œil B sur l'extremité du filer  $b$ , qui est à une certaine distance du filer  $a$ , qui est dans l'axe ; & qu'il en trace une autre dans l'œil C sur l'extremité du filer  $2$ , qui est à la même distance du filer  $1$ , & qui est dans le même ordre ; c'est-à-dire, que si ces deux filets  $b$  &  $2$  sont du même côté de leurs axes  $a$  &  $1$ , & qu'ils en soient également éloignez, nous ne verrons pas cet objet double, puisqu'en ce cas l'ame est accoutumée de juger qu'il n'y a qu'un seul objet. Or ces filets  $a \& 1, b \& 2, c \& 3, \&c.$  peuvent être appellez filets semblables.

**A R T. XI.** Mais si l'on détourne les yeux en sorte que chaque point d'un objet ne trace pas ses deux images sur deux filets semblables ; il est aisément compris que nous devons voir deux objets, quoiqu'il n'y en ait qu'un seul hors de nous.

**A R T. XII.** Il n'est pas moins aisément concevoir que les louches ne doivent pourtant pas voir les objets doubles, quoique chaque point d'un objet ne trace pas ses deux images sur des filets semblables dans le fond de leurs yeux ; & même qu'ils les devroient voir doubles, s'ils détournoient leurs yeux en for-

te que chaque point d'un objet traçât ses deux images sur des filets semblables.

Pour ce qui est de la distance des objets, la A R T. XIII.  
Comment on  
connoît la di-  
stance des ob-  
jets.

Nature nous a donné plusieurs moyens de la connoître, lorsqu'ils ne sont pas trop éloignez de nous. Nous la connoissons 1° par une geometrie naturelle ; c'est-à-dire, par la connoissance que nous avons de la distance des deux yeux l'un de l'autre, & des deux angles avec lesquels ils sont plus ou moins inclinez vers les objets. 2° Par la figure de l'œil qui se change selon qu'un objet s'en éloigne ou s'en approche, duquel changement notre ame est avertie par les organes qui le font. 3° Par la comparaison de leur grandeur, si nous la connoissons, avec la grandeur des images qu'ils tracent sur la retine. 4° Par l'interposition de plusieurs objets dont nous connoissons déjà à peu près la distance. 5° Par la distinction, ou par la confusion de leur figure ; & enfin par la force ou par la faiblesse de leur lumiere : c'est-à-dire, s'ils se voient le long de l'horison, où l'interposition de beaucoup d'air grossier rempli quelquefois de beaucoup de poussiere, empêche quantité de rayons de parvenir jusqu'à nos yeux : car autrement un objet fort éloigné, comme par exemple quelque planete, lorsqu'elle est vers le zenith, nous devroit paroître plus éclairée que si nous en étions bien proches. Et la raison de cela est aisée à concevoir : car son image occupe alors peu d'espace sur la retine, dont le reste n'est guères ébranlé par les autres objets

L iij

qui sont autour ; & l'ame y porte par consequent toute son attention sans la partager, & juge pour cela cet objet beaucoup plus éclairé qu'il n'est.

**A R T. XIV.**  
Fondement principal de l'art de peindre.

L'art de peindre & de representer divers objets sur un plan uni, consiste principalement à observer exactement presque tous ces moyens : car si l'on veut representer sur une surface plate des objets diversement éloignez, l'on a soin de peindre l'objet qu'on veut representer le plus proche, ou comme disent les Peintres, sur le devant du tableau, avec des couleurs les plus vives ; avec beaucoup de distinction ; & avec des ombres bien fortes ; & de peindre au contraire celui que l'on veut representer dans l'éloignement, avec peu de distinction ; avec des couleurs moins vives ; & avec des ombres moins fortes ; ou, pour me servir des termes des Peintres, avec des couleurs & des ombres plus tendres.

**A R T. XV.**  
Comment l'imagination nous trompe, comme quand nous voyons de loin une montagne exposée au soleil, au de-là d'une allée fort sombre : car alors nous la jugeons bien plus proche de nous qu'elle n'est ; ou de même que lors que nous voyons la lune beaucoup éclairée, au milieu d'un ciel sombre & noir, comme il arrive ordinairement lorsqu'elle est au meridien : car alors nous la jugeons fort peu éloignée de nous ; au lieu qu'elle nous paroît beaucoup éloignée, quand nous la voyons près de l'horison, au travers de beaucoup d'air grossier & de brouilliards, & avec peu de lumière & de distinction au milieu d'un ciel bien

éclairé, quoiqu'elle soit toujours à peu près également éloignée de nous.

Et ceci nous fera peut-être comprendre que pour juger la lune plus éloignée de nous, lorsqu'elle est à l'horison, que lorsqu'elle est vers le méridien, il ne sera nullement nécessaire d'avoir recours à l'interposition des objets terrestres, ou à la figure elliptique du ciel ; puisqu'on se peut cacher & le ciel & la terre, sans faire pourtant changer la distance apparente de cet astre, quoique je convienne volontiers que l'interposition de la campagne, & la figure elliptique du ciel, y pourroient faire quelque chose, & peut-être autant que ce que je dis en être la cause.

A l'égard de la grandeur des objets, nous la connaissons par les images qu'ils tracent sur la rétine, comparées au jugement que nous portons de leur distance. Cela est assez manifeste, par tout ce que l'expérience continue nous en apprend : car quoique deux objets d'une grandeur & d'une distance inégale, tracent deux images égales sur la rétine ; nous ne laissons pourtant pas de juger assez bien de leur vraie grandeur, pourvu que nous jugions assez bien de leur vraie distance, par l'aide de quelqu'un des moyens dont j'ay parlé plus haut, & non pas par la connaissance que nous en pouvons avoir d'ailleurs, ce qu'il faut bien observer. Par conséquent, si nous sommes trompés dans le jugement que nous faisons de la distance d'un objet par le secours de quelqu'un de ces moyens, il faut de ne-

ART. XIV.  
Ce qui contribue le plus à juger la lune plus éloignée de nous qu'elle n'est, lorsqu'elle est à l'horison.

ART. XVII.  
Comment on connoît la grandeur des objets.

cessité que cet objet nous paroisse d'autant plus grand que nous le jugeons plus éloigné de nous.

**A R T . XVIII.**  
Pourquoi  
nous voyons  
la lune plus  
grande à l'ho-  
rison que vers  
le meridien.

Et comme nous avons vû que nous jugeons la lune plus éloignée de nous, lorsqu'elle est à l'horizon, que lorsqu'elle est vers le meridien ; il s'en suivra que nous ne la verrons pas toujours de la même grandeur , quoiqu'elle soit toujours à peu près à la même distance de nous , & que nous la verrons plus ou moins grande, suivant qu'elle sera plus ou moins élevée sur l'horizon.

**A R T . XIX.**  
Comment on  
connoît la fi-  
gure, le mou-  
vement, & le  
repos des ob-  
jets.

Au reste , pour ce qui est de la figure, du mouvement , & du repos des objets , je ne crois pas qu'il soit difficile de comprendre , après ce que je viens de dire , comment nous en pourrons avoir la connoissance : car on juge de la figure de quelque objet par la connoissance , ou par l'opinion que l'on a de la situation de ses diverses parties ; & l'on juge de son mouvement ou de son repos , par le mouvement ou par le repos de son image sur la retine , par rapport au mouvement ou au repos du globe de l'œil : car quoiqu'en tournant l'œil ou la tête , les images des objets changent de place sur la retine , & en ébranlent par conséquent successivement quelque autre partie ; ces mêmes objets ne laisseront pas pour cela de paraître en repos , puisque l'ame instruite du changement qui arrive à l'œil ou à la tête , reconnoît que le changement de ces images sur la retine provient du mouvement de l'œil , ou de la tête , & non pas de quelque changement qui arrive à ces objets.

Après

Après que les objets qui sont hors de nous ont tracé leurs images sur les extremitez des filets des nerfs optiques, de la maniere que nous venons de le dire; & que l'ame est avertie de leur presence par quelque mouvement ou cours des esprits animaux contenus dans ces filets; elle trace par un semblable mouvement d'esprits animaux, quelques vestiges ou marques dans le cerveau, qui lui representent dans la suite comme en autant de tableaux, par un nouveau mouvement des esprits, ces objets alors absens, comme s'ils étoient en quelque façon presens: ce qu'on appelle imagination.

Je dis, comme s'ils étoient en quelque façon presens: car les mouvemens des esprits animaux, excitez par les vestiges ou traces dans le cerveau, ne peuvent pas être à beaucoup près si forts que ceux qui sont excitez par les objets mêmes; & l'ame imagine par consequent, & juge bien que ce qu'elle imagine n'est point au dehors; mais au dedans du cerveau: c'est à-dire, qu'elle apperçoit des objets comme absens; à moins que l'imagination ne soit extrêmement échauffée, comme il arrive quelquefois dans les personnes qui ont les esprits animaux fort agitez par des j.ûnes, par des veilles, par une fièvre chaude, &c. & qu'ainsi les mouvemens des esprits animaux excitez par les traces du cerveau, deviennent par consequent presque aussi forts que ceux qui pourroient être excitez par des objets presens.

Si les esprits animaux sont poussez par l'ame à

ART. XXII.  
Ce que c'est

M

ART. XX.  
Comment l'ame s'aperçoit des objets presens, & ce que c'est que l'imagination.

ART. XXI.  
Que les esprits animaux ne sont pas si fortement émûs dans l'imagination, qu'ils le sont par la presence des objets, à moins que l'imagination ne soit extrêmement échauffée.

que l'imagination active, & ce que c'est que l'imagination passive ces traces, & qu'elle s'en apperçoive par le moyen de ces esprits, comme un aveugle s'apperçoit de la difference des objets par le moyen de son bâton ; c'est une imagination qu'on peut appeler active ; c'est-à-dire, une imagination qui dépend du commandement de l'ame ; au lieu qu'elle est passive, si ces esprits sont portez de ces traces à l'ame.

**ART. XXIII.**  
Pour quoil'on  
rencontre  
dans les hom-  
mes tant de  
differens cara-  
ctères d'es-  
prits.

Il est aisè de voir à present que la faculté d'imaginer ne dépend, de la part du corps, que des esprits animaux, & de la disposition des fibres du cerveau sur lesquelles ils agissent. Or comme ces esprits peuvent être en grande ou en petite quantité, peu ou beaucoup agitez, grossiers ou delicats ; & que les fibres du cerveau sur lesquelles l'ame trace pour ainsi dire les images des objets, par le moyen de ces esprits, à peu près comme un graveur trace avec un burin diverses figures sur le cuivre, peuvent aussi être grossières ou delicates, souples ou roides, &c. nous ne serons nullement surpris que l'on rencontre dans les hommes tant de differens caractères d'esprits.

**ART. XXIV.**  
Pourquoi les  
hommes sur-  
passeat infini-  
ment les bê-  
tes par leur  
scavoir, &  
pourquoi ce  
scavoir est si  
gardif dans les  
hommes.

Et si nous faisons outre cela reflexion sur l'étendue du cerveau qui se trouve dans les hommes, comparée à celle qui se trouve dans les bêtes ; nous ne serons pas non plus surpris qu'il y ait une si grande difference entre le scavoir des uns & des autres, & que la plûpart des bêtes scachent en très-peu de temps tout ce qu'elles doivent scavoir ; au lieu que l'homme, qui par son scavoir les surpassé infiniment, ne scait qu'après une longue suite

d'années tout ce qu'il peut sçavoir. Le cerveau de l'homme est comme le Palais magnifique d'un puissant Roy, & celui d'une bête n'est que comme la petite cabane d'un pauvre berger: il faut plusieurs années pour bien meubler l'un; & l'autre peut être meublée en moins d'une heure de temps; mais aussi la difference est immense lorsque l'un & l'autre sont achevez d'être meublez.

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

*De la maniere de travailler les verres de lunettes.*

**L**a bonté des grands verres de lunettes dépend principalement de la bonté de la matière dont on les fait; mais il est si difficile d'en trouver qui ait la bonté requise, que de plus de deux cens grandes plaques de verre que j'ai fait polir avec beaucoup de soin, je n'en ai jamais pu trouver que deux raisonnablement bonnes & cinq passables.

Les points, les larmes, les filets, les tables, & les fibres, sans parler d'autres défauts moins considérables, y font un obstacle continual; & dès que l'on trouve une plaque de verre exempte de ces défauts, on peut, pour ainsi dire, s'assurer en même temps d'en faire un excellent verre de lunette, par la maniere dont je m'en sers.

Pour ce qui est des points, ils viennent ordinairement de ce que la matière qui sort toute rouge du fourneau, est exposée trop promptement à l'air froid, qui en resserre la surface, & qui l'endurcit

A R T. I.  
Que la bonté  
des grands  
verres de lu-  
nettes dépend  
principa-  
lement de la  
matière dont  
on les fait;  
mais qu'il est  
difficile d'en  
trouver qui  
soit bonne.

A R T. II.  
Les défauts  
qui se rencon-  
trent dans la  
matière.

A R T. III.  
Ce que c'est  
que les points  
dans le verre.

M ij

pendant que le dedans est encore liquide: car comme cette matiere occupe alors plus d'espace qu'il ne lui en faut, & qu'elle ne pourra occuper lorsqu'elle sera froide; elle se trouve obligée en se refroidissant des'accommoder à sa surface endurcie, & de laisser de petits espaces vides qui ne peuvent être remplis que d'une matiere fort subtile. Et pour peu que l'on fasse reflexion sur la maniere dont ces points ou espaces vides se forment, on connoîtra facilement qu'ils pourront être accompagnez de petits canaux invisibles, qui sortant de ces points comme autant de rayons, s'étreissenent peu à peu, jusqu'à ce qu'ils se perdent tout à-fait, ou qu'ils trouvent à se communiquer avec d'autres.

**ART. IV.**  
Que la recuisson du verre sert à en ôter les points & les canaux invisibles.

On remedie un peu à ces points par la recuisson de la matiere; mais comme elle ne la rend pas assez liquide pour en ôter les points un peu considerables, c'est beaucoup si elle en peut ôter les invisibles, aussi-bien que les canaux dont nous venons de parler, qui auroient donné occasion à l'air en s'y introduisant, de fendre le verre jusqu'à l'endroit, où il auroit trouvé une trop grande resistance.

**ART. V.**  
Qu'un air plus subtil que celui que nous respirons, est la véritable cause de cet effet, ou si c'est une espece d'air plus subtil.

Mais lorsque je confidere avec quelle violence l'air, soit grossier soit subtil, y agit, & principale-

ment en ce qu'on appelle larmes de verre, qu'il brise en moins de rien en une infinité de pieces, en s'y introduisant par le canal invisible de sa queuë cassée ; & lorsque je considere en même temps que l'expérience nous apprend, qu'il faut un temps bien considerable à l'air grossier pour rentrer par une ouverture assez visible dans un balon, dont il auroit été tiré par la machine pneumatique ; il me semble qu'il ne reste plus aucun lieu de douter que ce ne soit un air subtil qui fait un effet si surprenant.

Nous ne serons donc pas surpris de voir qu'une larme de verre enfermée dans un balon, dont on a tiré l'air par la machine pneumatique, s'y brise avec plus de violence en la cassant par sa queuë, que quand on la casse dans l'air libre & grossier ; car les pores qui sont à la surface de cette larme ayant été fort rétressis par l'eau froide, où les ouvriers les jettent en les travaillant, ces pores, disje, refusent le passage à l'air subtil introduit dans le balon par ses propres pores élargis par la cuisson. De plus l'air grossier peut encore soutenir les parois de la larme, & empêcher autre cela la libre entrée de l'air subtil par l'ouverture de sa queuë cassée ; au lieu que dans le vuide, l'air subtil trouve toutes les dispositions nécessaires pour y entrer avec facilité, & sans en être empêché par l'air grossier.

Tout le mal que les points peuvent faire aux verres de lunettes, c'est de détourner les rayons plus

A R T. VI.  
Qu'il n'y a  
pas de quoi  
s'étonner qu'  
une larme de  
verre dont on  
casse la queuë,  
se brise dans  
un balon vu-  
de d'air gros-  
sier, & qu'elle  
s'y brise avec  
plus de vio-  
lence que  
dans l'air li-  
bre.

M iij

## 94 ESSAY DE DIOPTRIQUE.

du mal aux  
verres de lu-  
nettes.

ou moins du foyer, suivant qu'ils y entrent plus ou moins obliquement, & par consequent de faire en sorte que l'astre qu'on observe, se represente moins lumineux, & avec un peu moins de distinction que s'il n'y en avoit point, & qu'il se represente sur un fond lumineux, au lieu qu'il devroit être representé sur un fond obscur.

ART. VIII.  
Comment on  
les peut évi-  
ter.

Je les ai entierement évitez en laissant une bonne quantité de matiere dans un fourneau, qui étoit près d'un mois à s'éteindre, & avant que d'avoir perdu toute sa chaleur ; car j'en ai tiré un cube de verre de plus d'un pied, qui n'avoit pas seulement la moindre apparence de points.

ART. IX.  
Ce que c'est  
que les larmes  
dans le verre,  
& le mal qu'  
elles font aux  
grands verres  
de lunettes.

La couronne du fourneau, qui se vitrifiant par la violence du feu, découlle goutte à goutte dans les pots qui contiennent la matiere, est la source ordinaire des larmes. Elles font à peu près le même mal que les points aux verres de lunettes : car comme elles sont ordinairement d'une matiere plus dure que celle où elles se trouvent, les rayons qui les traversent ne doivent pas souffrir la même refraction que ceux qui ne les traversent pas, & se doivent par consequent détourner à peu près comme ceux qui traversent les points.

ART. X.  
Qu'elles y  
font plus de  
mal que les  
points

Les larmes sont pourtant plus dangereuses que les points, en ce que les rayons qui les traversent, ne s'éloignant pas du foyer du verre aussi considérablement que la plupart des rayons qui traversent les points, y troublent beaucoup plus l'image de l'objet, & font une confusion bien plus grande,

que s'ils s'en éloignoient considerablement.

On peut conclure de-là qu'elles sont d'autant plus dangereuses, qu'elles s'approchent plus de la nature de la matière où elles se trouvent, à moins qu'elles ne s'en approchent d'extrémement près.

Les filets sont une suite des larmes, qui en tombant, & en passant au travers de la matière liquide qui est dans les pots, s'éfilent & traînent derrière elles des queuës ou des filets. Ils font paroître l'astre avec une traînée de lumière, ou une espèce de queuë de côté & d'autre, dont chacun pourra facilement comprendre la raison par ce que nous venons de dire du défaut des larmes & des points.

Les tables viennent de ce que les ouvriers sont accoutumez de lever une glace : c'est-à-dire de prendre dans les pots au bout de leurs cannes de la matière pour une glace, à quatre ou cinq reprises ou plus, selon qu'elle est grande, & de rouler chaque levée sur une table de marbre froide, & quelquefois pleine de cendres & de poussière.

Il n'y a rien de si facile que de les éviter, aussi bien qu'une espèce de fibres qui les accompagnent ordinairement, pourvu qu'on ne demande pas des plaques de verre d'une grandeur excessive ; on n'a qu'à ordonner à l'ouvrier qui les fait, de ne les lever qu'à deux fois : car on pourra après en les usant avec du grais ou avec du gros sable, en ôter la première levée qui sera peu de chose, & ne se servir que de la seconde qui pourra être assez épaisse pour ce qu'on en voudra faire.

## 96 ESSAY DE DIOPTRIQUE.

**A R T. XV.**  
Que les fibres  
sont le deffaut le plus considerable &  
le plus consi-  
derable de  
tous ceux qui  
se trouvent  
dans le verre

Les fibres sont le deffaut le plus considerable & le plus dangereux que puissent avoir les verres de lunettes ; & je suis tres-persuadé, qu'on auroit de la peine à trouver une seule plaque de verre un peu grande & un peu épaisse, qui en fût entièrement exempte.

**A R T. XVI.**  
Qu'il y a plus  
ieurs sortes de  
fibres dans le  
verre.

Je croiois dans le commencement qu'il n'y en avoit point d'autres que celles, qui, comme j'ai déjà dit, accompagnent ordinairement les tables, & qui s'étant trouvées sur la surface de la premiere levée, avoient été trop endurcies par l'air froid qui les avoit environnées, pour avoir pû être renduës liquides par une seconde levée, à un point requis pour faire un même corps avec elle, & en être entierement effacées. Je fus pourtant bien trompé, lorsqu'ayant ôté la premiere levée d'une plaque de verre, qui n'avoit été levée qu'à deux reprises, on en voioit encore d'autres dans la seconde ; & je ne pûs alors attribuer l'origine de celles-ci, qu'à la maniere dont les ouvriers prennent la matiere au bout de leurs cannes en les tortillant continuellement, afin d'en pouvoit lever une assez grande quantité à la fois. Mais mon étonnement fut bien grand, lorsque j'en vis dans une plaque que j'avois fait scier du milieu du cube de verre, dont j'ai parlé plus haut, & qu'ainsi il me falloit encore chercher l'origine de celles-ci.

**A R T. XVII.**  
Composition  
du verre qui  
sert aux mi-  
roirs & aux

On sçait assez que le verre qui est le plus propre pour faire des lunettes, & dont on se sert ordinai-  
rement pour faire des miroirs, n'est composé que  
de

de sable, de soude, de magnese, & de zaffar, aus-  
quels on ajoute quelquefois du borax pour avan-  
cer la fusion, ce qu'il fait parfaitement bien. L'on  
scrait aussi que le zaffar n'y fert que pour en ôter la  
couleur trop jaune, & la magnese pour en ôter la  
couleur trop verte, & pour faire bouillonner la  
matiere dans les pots ; que la soude n'est propre-  
ment qu'un fondant du sable ; & que le verre doit  
par consequent avoir plus ou moins de dureté, à  
mesure qu'il en est plus ou moins chargé. Et com-  
me il n'y a que le feu le plus violent qui soit capa-  
ble de mêler ces ingrediens si bien & si étroite-  
ment ensemble, qu'ils ne prédominent pas plus en  
un endroit de la matiere qu'en l'autre ; nous ne se-  
rons pas surpris qu'il y ait assez souvent des parties  
qui ont plus ou moins de dureté les unes que les  
autres, pour être plus ou moins meslez avec le fon-  
dant, & dont chacune se conservant autant qu'il  
est possible en son entier, s'étend en fibres ou en  
filets semblables à ceux que l'on remarque lors-  
qu'on vient de faire un mélange de vin & d'eau.

Et pour ce qui est des parties de la matiere qui  
ont trop de dureté pour s'étendre en fibres ou en  
filets, nous ne serons pas surpris si elles se repre-  
sentent à nos yeux en forme de larmes.

J'en crois pas qu'il soit nécessaire de faire voir  
ici le mal que ces fibres peuvent faire aux grands  
verres de lunettes, puisque la chose est trop sensi-  
ble à quiconque y fait la moindre reflexion. Il  
suffira de faire remarquer que les fibres invisibles,

ART. XVIII.  
L'origine d'u-  
ne certaine es-  
pèce de lar-  
mes.

ART. XIX.  
Qu'il n'est  
pas nécessaire  
de faire voir  
le mal que les  
fibres peuvent  
faire aux  
grands verres

N

de lunettes, &  
qu'il y en a de  
plus dange-  
reuses les u-  
nes que les  
autres.

& celles qui approchent le plus de la nature du reste de la matière, y doivent être les plus dangereuses, par la même raison que nous avons apportée en parlant des larmes ; & il suffira d'avertir ici les ouvriers, que ce sera peine perdue de recommencer le travail d'un verre de lunette, qui n'aura pas réussi dès la première fois, supposé qu'il ait été travaillé avec toutes les précautions nécessaires : car il sera sans doute rempli d'une infinité de fibres & de filets invisibles, quoi qu'à la vue il paroisse le plus beau du monde.

ART. XX.  
Qu'il est inutile de recommencer le travail d'un verre de lunette, qui n'a pas réussi dès la première fois, & pour quelle raison.

Il m'est arrivé d'avoir recommencé le travail des verres de lunettes jusqu'à sept ou huit fois de suite, sans en avoir été guères plus content la dernière fois que la première. Ils faisoient toujours également mal, sans devenir ni pires, ni sensiblement meilleurs. Et pour m'assurer davantage, & être pleinement convaincu que c'étoit la matière, plutôt que la maniere de travailler, qui me faisoit manquer ou réussir ; j'ai eû assez de patience, & j'ai pu me resoudre à travailler des verres de lunettes plusieurs fois de suite, quoiqu'ils fussent très-bons dès la première fois ; & j'ai eû le contentement de trouver, qu'ils gardoient toujours à peu près le même degré de perfection, sans presque changer en rien. Ainsi il ne me restoit plus aucun lieu de douter de l'excellence de la maniere dont je me servois, & dont je ferai ici la description avec toutes les circonstances nécessaires.

ART. XXI.  
Comment il

Je commence par le choix d'une plaque de ver-

re la plus parfaite & la plus transparente qu'il m'est possible de trouver: je la prends d'une grandeur convenable, afin de pouvoir donner assez d'ouverture au verre de lunette que j'ai dessein d'en faire: j'ai soin qu'elle ait autant d'épaisseur qu'il lui en faut, pour qu'elle ne plie pas dans le travail, & qu'elle n'obéisse pas à la main qui la conduit; & enfin je fais en sorte, que ses bords soient d'égale épaisseur par tout, ce qui se connaît facilement par le moyen d'un simple compas recourbé.

Je prens après cela deux plaques de verre des plus épaisses que je puis trouver, & dont chacune n'excede guères de plus d'un tiers la première: je les arrête avec quelque mastic sur une table de pierre, ou de quelqu'autre matière qui ne soit pas trop sujette aux changemens du temps; & en y travaillant alors avec du gros sable un verre d'un petit diamètre, je les creuse à peu près autant qu'il faut pour qu'elles me servent de deux bassins pour y travailler mon verre du foyer que je souhaite: ensuite j'adoucis tant soit peu l'un de ces deux côtes dans l'un des bassins, & l'autre côté dans l'autre bassin, & je frote ensuite ces deux côtes à sec & de toutes mes forces, jusqu'à ce qu'ils soient assez luisans, & en état de laisser passer autant de rayons qu'il faut, pour reconnoître les objets au travers; & ajoutant alors un verre dont le foyer m'est exactement connu, ce qui me donne un nouveau foyer, & moindre que celui qui m'étoit connu, je dis par une règle de trois: comme la

faut travailler  
les grands  
verres de lu-  
nettes

A R T. XXII.  
Comment il  
faut s'y pren-  
dre pour a-  
voir les verres  
de lunettes  
d'un foyer de-  
terminé.

N ij

difference qu'il y a entre le foyer du verre que je connois, & celui que je trouve après avoir joint les deux verres ensemble, est au foyer du verre qui m'étoit connu ; ainsi est celui des deux verres joints ensemble, au foyer du verre éclairci que je cherche.

Si je m'aperçois qu'il est plus long ou plus court que je ne le desire , je continuë de creuser ou de redresser ces deux bassins, jusqu'à ce que je me trouve à peu près au point désiré.

**ART. XXIII.** Alors rejettant toute sorte de machines comme autant d'inventions nuisibles au travail des lunettes, même les molettes , qui dirigeant la main de telle sorte, que les bords du verre se travaillent plus que son milieu , le font dévier de la figure sphérique ; & ne mettant dessus que la main doucement , & seulement autant qu'il faut pour le conduire ; je l'adoucis premierement avec du sable fin , & après avec de l'émeri, avec lequel je continuë toujours le travail, jusqu'à ce qu'il soit reduit en une poudre tres-blanche & impalpable , & que le verre soit parvenu en un tel état , que quoiqu'il ait sept ou huit pouces de diamètre , il puisse en moins d'une heure ou deux être parfaitement bien poli.

**ART. XXIV.** Or pour bien polir ce verre l'on cole dans le bassin, une feüille de papier fin & un peu ferme, le plus également qu'il est possible, & on la couvre avec de la poussiere du meilleur tripoli , après l'avoir rendue avec une pierre de ponce d'égale épaisseur partout , & de la même figure du bassin.

Voila en quoi consiste tout le secret de faire de grands verres de lunettes, sans que je fçache en avoir obmis quoique ce soit, si ce n'est quelque minutie, que cette matiere pourroit avoir de commun avec toutes les autres, & que l'on apprendra beaucoup mieux par un peu d'experience & d'habitude, que par tout ce que j'en pourrois dire ici.

Et je doute fort que l'on puisse trouver une maniere, par laquelle on réussisse mieux ni plus facilement dans le travail des grands verres de lunettes d'une figure spherique, qui par beaucoup de raisons est preferable à l'elliptique & à l'hyperbolique, & à d'autres figures semblables qui pourroient seulement dans un seul ordre des lignes, & qu'on suppose par consequent partir d'un seul point, satisfaire à l'effet que les Dioptriciens en attendent.

Pour ce qui est des oculaires, ils ne se doivent pas travailler autrement que les grands verres de lunettes, sinon qu'il sera à propos de les user dans des formes de cuivre, ou de quelqu'autre métail, puisque ces formes sont moins sujettes à changer de figure que celles de verres.

Si les molettes & toutes sortes de machines sont nuisibles au travail des grands verres de lunettes, elles ne le sont guères moins au travail des oculaires, quoiqu'on puisse s'en servir avec fruit pour les user promptement & en peu de temps. Mais au lieu de molettes, qui doivent nuire d'autant plus qu'elles sont élevées en hauteur sur le verre, l'on y peut

ART. XXV.  
Qu'on a obmis quelques minutes que cette maniere a de commun avec toutes les autres.

ART. XXVI.  
Qu'il n'y a guères moyen de trouver une maniere par laquelle on réussisse mieux dans le travail des grands verres de lunettes que celle que je viens d'enseigner.

ART. XXVII.  
Comment il faut travailler les oculaires.

ART. XXVIII.  
Que les molettes & toutes sortes de machines, nuisent aussi bien dans le travail des oculaires, que dans le travail des grands verres de lunettes.

mettre en les adoucissant & en les polissant, une petite goutte de cire d'Espagne ou de mastic, afin que le doigt ne soit pas sujet à glisser dessus pendant le travail.

**ART. XXIX.**  
Comment il  
faut travailler  
les petites len-  
tilles.

Les verres que l'on appelle ordinairement lentilles, se doivent encore travailler de même ; mais comme nos doigts sont trop grossiers pour manier des choses si delicates (car on en peut faire qui n'ont guéres plus d'une quatrième partie de ligne de foyer) il faut de nécessité se servir ici de molettes; &l'on peut outre cela soutenir ces verres à côté par d'autres, ou par l'équivalent, ou les travailler d'une portion de sphère un peu grande, ce qui doit être bien observé ici; comme aussi que les formes dans lesquelles on les travaille, ne doivent être guéres moins d'une demi-sphère.

**ART. XXX.**  
Comment il  
faut polir.

Pour les polir, on pourra prendre une feüille de papier & la reduire par le moyen d'un peu d'eau en une pâte, à laquelle on pourra facilement imprimer la même figure du bassin, dans lequel le verre aura été adouci, & lorsque cette nouvelle forme de papier sera seche, la couvrir, ou plutôt la remplir de poudre de tripoli. On les pourroit encore polir dans une forme de bois, dans laquelle ces verres se polissent merveilleusement bien, avec un peu de pottée d'étain mouillée.

**ART. XXXI.**  
Comment il  
faut faire les  
lentilles qui  
ont leur foyer,  
au dessous  
d'une qua-

Si l'on desire des lentilles qui ayent le foyer au dessous de la quatrième partie d'une ligne, il sera plus à propos de les fondre à la chandelle sur la pointe d'une éguille, que de les travailler de la ma-

niere que je viens de l'enseigner: car lorsqu'elles auront été fondues avec un peu de précaution & d'adresse, elles seront tout aussi bonnes, & quelquefois meilleures, que celles qui auront été travaillées avec beaucoup de soin & de peine.

Si les defauts qui se rencontrent dans la maticre, & dont nous avons parlé plus haut, sont nuisibles aux grands verres de lunettes, ils ne le sont guères moins aux oculaires & aux lentilles; mais avec cette différence, que ceux qui nuisent le plus aux uns, nuisent le moins aux autres, dont chacun verra assez facilement la raison.

Il ne reste à présent que de recommander aux ouvriers, d'avoir soin d'adoucir parfaitement bien les verres, afin qu'ils puissent être parfaitement bien polis, & aplani en sorte que pour ainsi dire aucun petit trou de tous ceux que l'émeri fin y auroit pû former n'y soit laissé: car chaque petit trou laissant passer autant de rayons que si cet endroit étoit parfaitement uni, doit faire le même effet qu'un point, & détourner à peu près de même les rayons qui y passent.

## CHAPITRE IX.

*De la maniere de se bien servir des verres de lunettes.*

**S**'IL étoit possible de trouver une figure, qui eût la propriété de réunir précisément tous les rayons, qui partent de divers points de quelque ob-

ART. XXXII.  
Que les defauts du verre nuisent autrement aux oculaires & aux lentilles, qu'ils nuisent aux grands verres de lunettes.

ART. XXXIII.  
Qu'il importe beaucoup que les ouvrages soient bien polis.

ART. I.  
Qu'il y a deux choses qui empêchent les rayons

paralleles de  
se réunir exa-  
tement dans  
un point.

jet, en autant d'autres points, & s'il n'y avoit pas après cela une propriété dans la refraction, qui empêchât le parfait concours des rayons, comme nous l'avons déjà fait remarquer plus haut; l'on pourroit, pour ainsi dire, donner aux verres de lunettes telle ouverture qu'il plairoit, & l'on auroit heureusement trouvé le secret, de faire autant, & même plus d'effet, avec une lunette de peu de pieds de longueur, que l'on fait présentement avec la plus grande.

**A R T. II.**  
Qu'il n'y a  
pas moyen  
d'éviter l'une  
de ces deux  
choses sépara-  
mēt.

Mais bien loin de pouvoir trouver le moyen de satisfaire à ces deux conditions ensemble, il est impossible de satisfaire à l'une des deux séparément; de maniere que nous sommes encore bien loin de la perfection, que plusieurs grands hommes, raisonnant sur de faux principes, ont depuis long-temps cherchée inutilement dans les lunettes d'approche.

**A R T. III.**  
Que la figure  
sphérique y  
satisfait mieux  
que toute au-  
tre que l'ima-  
gination se  
pourroit for-  
mer.

Et comme la figure sphérique satisfait encore mieux à la premiere condition, qu'aucune autre que l'imagination se puisse former; & qu'outre cela l'art, n'allant pas assez loin, ne nous permet pas de travailler des verres de lunettes de quelqu'autre figure, dans la justesse requise; je ne parlerai que de celle-là, négligeant même quelques minuites, que l'on peut négliger sans une erreur sensible. Et afin que ce Chapitre soit plus complet, je ferai premierement voir ce qui doit arriver aux rayons, lorsqu'ils tombent sur une surface sphérique qui les réfléchit.

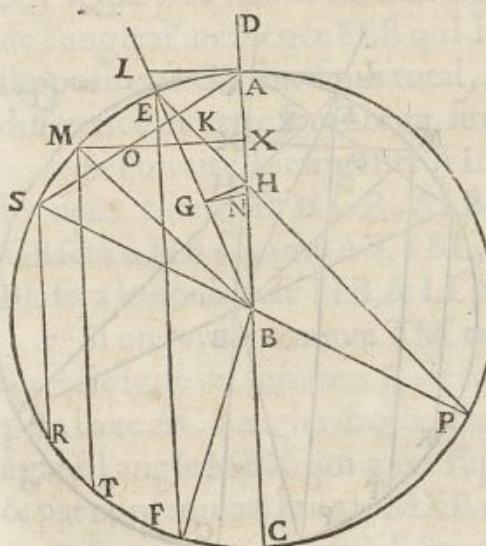
POUR

*Premiere proposition.* Etant donné un rayon qui tombe avec une certaine obliquité sur une surface plate, trouver son rayon reflechi.

Soit AB le rayon incident, soit CD la surface plate, & soit du point d'incidence B tirée BE, en sorte que l'angle EBD soit égal à l'angle ABC ; ou soit du point d'incidence B tirée la perpendicu-

laire BF & la ligne BE, en sorte que l'angle FBE soit égal à l'angle ABF ; BE sera le rayon reflechi du rayon incident AB.

Ceci est manifeste par ce que nous avons dit de la reflexion dans le quatrième chapitre.



*Seconde proposition.* Etant donné un rayon qui tombe sur une surface sphérique concave ou convexe, parallèle à l'axe, trouver son rayon reflechi.

Soit EF le rayon incident parallèle à l'AC ; & soit du point d'incidence E, & par l'axe AC tirée la corde EP éga-

O

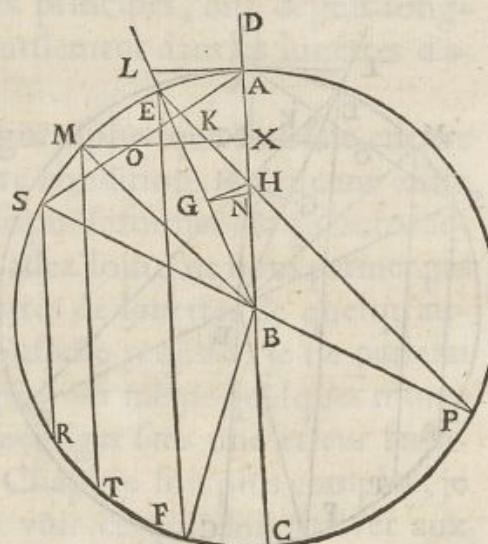
ART. IV.  
Les démonstrations de quelques propositions touchant la reflexion.

Le à la corde FE , je dis que EP sera le rayon reflechi du rayon incident FE.

*Demonstration.* Soient du centre B tirez les trois demi-diametres BE, BF, & BP. Donc parce que les deux triangles isosceles EBF, EBP sont égaux, l'angle BEP sera égal à l'angle FEB , & par consequent EP sera le rayon reflechi du rayon incident FE. Cette proposition se peut encore démontrer d'une autre maniere : car soit FE le rayon incident parallele à l'axe AC ; soit tiré du centre B le demi-diametre BE & divisé en deux également au point G ; du point G soit tirée GH perpendiculaire au demi-diametre BE ; & du point d'incidence E soit tirée par le point H, où la perpendiculaire GH coupe l'axe, la droite EH. Je dis que EH sera le rayon reflechi du rayon incident FE.

*Demonstration.*

L'angle FEB est égal à l'angle ABE ; & comme l'angle ABE est égal à l'angle BEH , l'angle BEH se ra aussi égal à l'angle FEB ; & par consequent EH sera le rayon reflechi du rayon incident FE.



Il s'ensuit 1° que EH est égale à HB.

2° Que le point N où le demi-diamètre AB est coupé en deux également, est le terme au dessous duquel, par rapport au centre, aucun rayon reflechi d'un rayon incident parallele à l'axe, ne peut couper l'axe; car la droite BH ne peut jamais être plus petite que le quart du diamètre GB.

3° Que le rayon reflechi du rayon incident qui est parallele à l'axe, & qui suit immédiatement le rayon qui fait l'axe, ou qui est dans l'axe, coupe ce rayon pour ainsi dire, au quart du diamètre N : car dans la rigueur geometrique, il est évident qu'aucun rayon n'y peut venir que celui qui est dans l'axe.

4° Que FE est à BE comme BE est à EH ou à HB: car les deux triangles FEB, BEH sont semblables.

5° Que BH sera la secante de l'angle GBH, ou de l'angle d'incidence FEB qui lui est égal, si l'on suppose que GB soit sinus total, & que NH sera la différence de cette secante au sinus total GB.

6° Si l'on tire la tangente AL. Donc parce que les deux triangles HGB, ALB sont semblables, GB sera à HB comme AB, à BL; & par consequent BL sera le double de HB, & LE le double de HN.

7° Si un rayon comme TM tombe sur le cercle à 45<sup>d</sup> éloigné du sommet A, le rayon reflechi coupera l'axe AC à angles droits: car l'angle BMX est égal à l'angle MBX qui a été supposé être de 45<sup>d</sup>, & par consequent l'angle MXB est droit.

8° Si un rayon comme RS tombe sur le cercle à 60<sup>d</sup> éloigné du sommet A, le rayon reflechi passera

O ij

*Voyez la figure precedente.* par ce sommet : car si l'angle SBA est de  $60^{\circ}$ , l'angle ASB le doit être aussi, & par consequent aussi l'angle SAB. Donc AB sera égale à BS, ou à SA, & le rayon reflechi SA coupera l'axe au sommet A.

*Troisième proposition.* L'angle qui se fait par deux rayons reflechis qui se croisent, est le double de celui qui est au centre.

Soient SA, MX les deux rayons reflechis qui se croisent au point O. Je dis que l'angle SOM est le double de l'angle SBM qui est au centre.

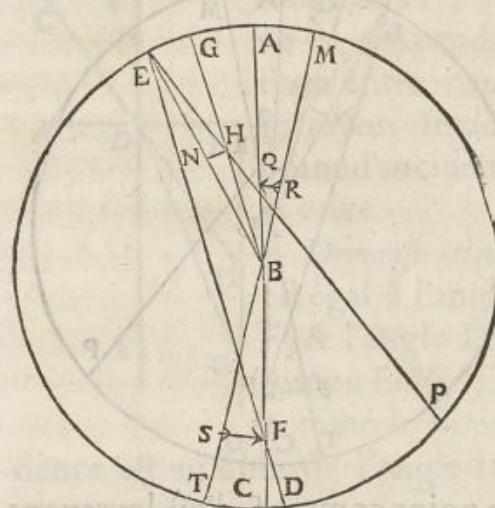
*Démonstration.* L'angle DAS est égal aux deux angles AOX, AXO, ou aux deux angles égaux ASB, ABS ; & comme l'angle AXO est égal aux deux angles égaux XMB, XBM, qui sont chacun plus petits que les angles ASB, ABS de la quantité de l'angle SBM ; l'angle AOX ou MOS sera le double de l'angle SBM.

Il sensuit que les rayons reflechis se croisent plû-tôt que de venir à l'axe ; & il s'ensuit qu'ils se croisent d'autant plus proche de l'axe, & qu'ils coupent l'axe en des points qui sont d'autant plus proches l'un de l'autre, que leurs rayons incidens sont plus proches de l'axe, quoique les points de leurs incidens soient toujouors à la même distance l'un de l'autre.

*Quatrième proposition.* Etant donné un rayon qui tombe sur une surface sphérique concave, & qui n'est pas parallelle à l'axe, trouver son rayon reflechi.

Soit EF le rayon incident ; & soit du point d'incidence E tirée la corde EP égale à la corde ED : c'est-à-dire au rayon EF prolongé jusqu'à la cir-

conference du cercle en D , je dis que EP sera le rayon reflechi du rayon incident EF. Ou bien soit EF le rayon incident ; soit du centre B tiré le demi-diametre BG parallelle au rayon incident FE; soit du même centre B tiré le demi-diametre BE , & divisé en deux également au point N ; du point N soit tirée NH perpendiculaire au demi-diametre BE ; & du point d'incidence E soit tirée par le point H , où la perpendiculaire NH coupe le demi-diametre BG , la droite EP qui coupe l'axe au point Q. Je dis que EQ sera le rayon reflechi du rayon incident FE.



Les démonstrations de cette proposition ne sont pas autres que celles qui

ont été apportées pour les rayons paralleles à l'axe.

Ils ensuit , outre plusieurs choses que nous venons de remarquer touchant les rayons incidens paralleles à l'axe :

1° Que FE est à FQ , comme HB est à BQ.

2° Que FE est à FB, comme EQ est à BQ ; & que par consequent , si l'on divise le demi-diametre AB au point Q ; en sorte que AF soit à FB , comme AQ

O iiij

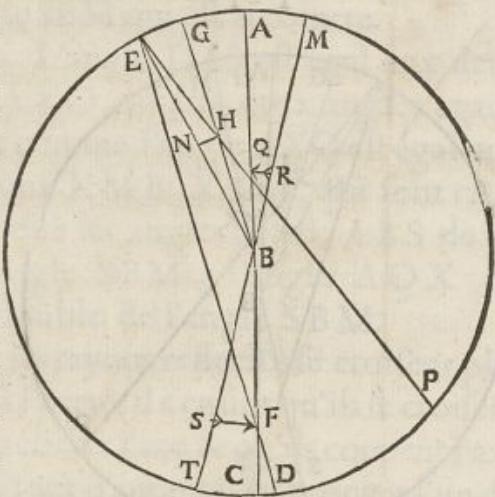
110 ESSAY DE DIOPTRIQUE.

est à QB, le point Q sera le terme ou la borne, au dessous duquel, par rapport au centre, aucun rayon reflechi ne coupera l'axe.

3° Que si les rayons partoient du point C, qui est à l'extremité du diamètre AC, le terme ou la borne, au dessous duquel, par rapport au centre, aucun rayon reflechi ne couperoit l'axe, seroit éloigné du centre B d'un tiers du demi-diamètre.

4° Que si un de ces rayons, qui partiroient du point C, rencontraoit le cercle dans un point éloigné de 90<sup>d</sup> du sommet A, son rayon reflechi couperoit l'axe par ce sommet.

5° S'il y avoit un point comme S d'où les rayons partoient vers le même cercle ; la droite TM tirée par ce point S & par le centre B, seroit un nouvel axe ; & par consequent si le point S étoit éloigné du centre B, autant que le point F en est éloigné, & si FS étoit quelque objet, son image QR seroit représentée à l'autre côté du centre B, & éloigné de ce centre, en sorte que AF seroit à BF, comme AQ à QB, & MS à BS, comme MR à RB, &c. Il



s'ensuit que si cet objet étoit dans le centre du cercle, il y touchoroit son image; & que si cet objet alloit au delà de ce centre vers le sommet A, son image viendroit en deçà de ce centre, &c.

## POUR LA REFRACTION.

*Premiere proposition.* Si un rayon oblique CD, tombe sur une surface plate AB, qui fait la séparation de deux corps diaphanes de différente espèce;

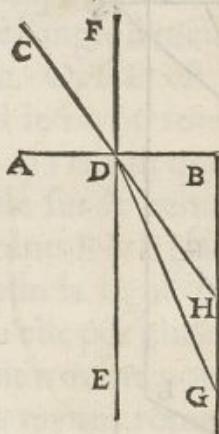
ART. V.  
Les demon-  
strations de  
quelques pro-  
positions tou-  
chant la refra-  
ction.

le rayon rompu DG, & le prolongé DH, tous deux bornez de la perpendiculaire BG, feront entre eux comme 3 à 2, si le rayon incident CD passe au point d'incidence D, de l'air dans le verre.

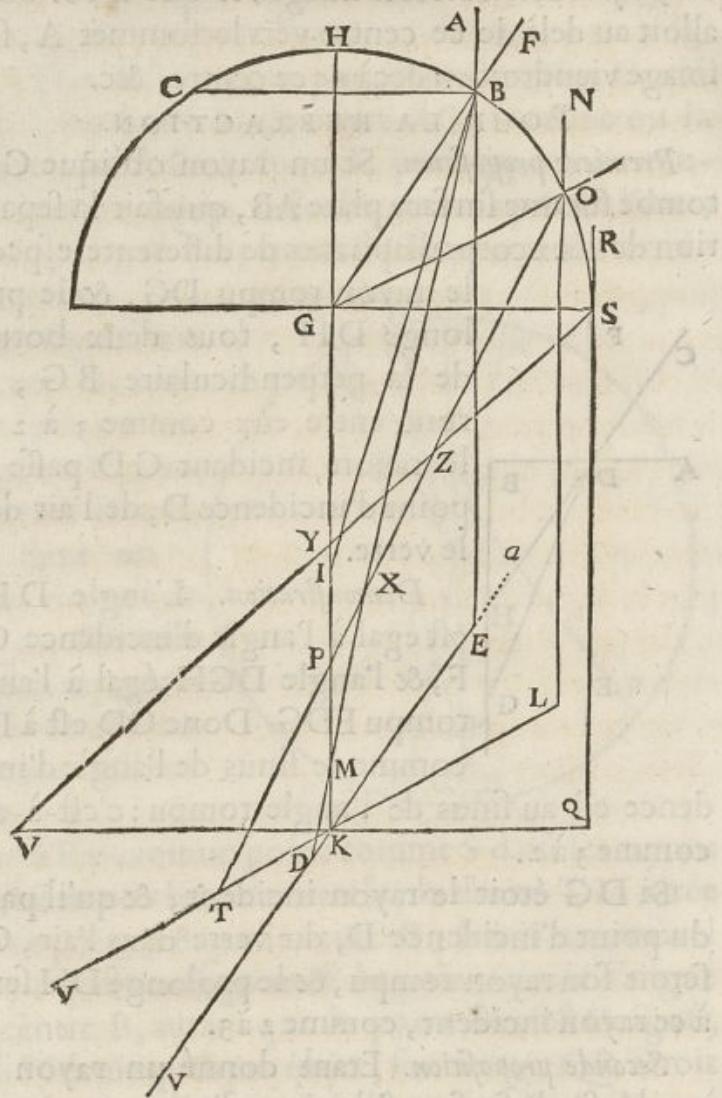
*Démonstration.* L'angle DHB est égal à l'angle d'incidence CD F, & l'angle DGH égal à l'angle rompu EDG. Donc GD est à DH comme le sinus de l'angle d'incidence est au sinus de l'angle rompu : c'est-à-dire comme 3 à 2.

Si DG étoit le rayon incident, & qu'il passât du point d'incidence D, du verre dans l'air, CD seroit son rayon rompu, & le prolongé DH seroit à ce rayon incident, comme 2 à 3.

*Seconde proposition.* Etant donné un rayon qui tombe sur la surface sphérique d'un verre, parallèle à l'axe, trouver géométriquement son rayon rompu.



Soit  $G$  le centre de la convexité; soit  $AB$  le rayon



incident parallèle à l'axe, & prolongé jusqu'en E, en sorte que BE soit égal au diamètre de la convexité;

xité ; du centre G soit tiré le demi-diamètre GB , & du point E la ligne EV parallèle à ce demi-diamètre ; & soit enfin tirée du point d'incidence B la droite BD , en sorte qu'elle soit à BE comme 3 à 2 , & bornée de la même perpendiculaire EV ; je dis que BD sera le rayon rompu du rayon incident AB .

*Démonstration.* L'angle aEB est égal à l'angle d'incidence A BF , & l'angle BDE égal à l'angle rompu GB D . Donc BD est à BE comme le sinus de l'angle d'incidence est au sinus de l'angle rompu . Or BD est à BE comme 3 à 2 : & partant BD est le rayon rompu du rayon incident AB .

Il s'ensuit que si le demi-diamètre GB étoit mobile sur le centre G , la ligne BE mobile sur les points B & E , la ligne VE mobile sur le point K , & enfin la ligne BD mobile sur le point B , en sorte qu'elle pût glisser le long de la ligne EV , l'on pourroit trouver pour ainsi dire tout d'une veüë , tous les rayons rompus de tous les rayons incidens paralleles à l'axe .

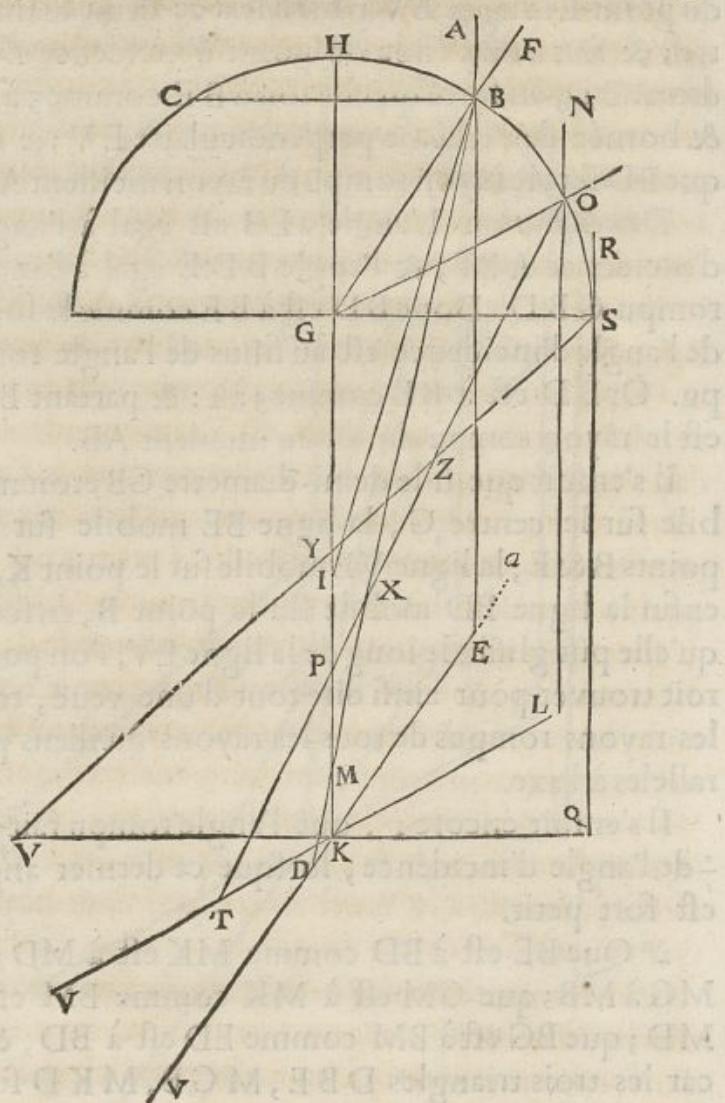
Il s'ensuit encore 1° , que l'angle rompu fait les  $\frac{2}{3}$  de l'angle d'incidence , lorsque ce dernier angle est fort petit .

2° Que BE est à BD comme MK est à MD , & MG à MB ; que GM est à MK comme BM est à MD ; que BG est à BM comme ED est à BD , &c . car les trois triangles DBE , MGB , MKD sont semblables .

3° Que le point K , que l'on peut appeler le foyer absolu , est le terme ou la borne au dessous

P

114 ESSAY DE DIOPTRIQUE.  
duquel par rapport au centre, aucun rayon rompu



ne coupera l'axe : car BE & EK sont toutes deux ensemble égales à BD ou à HK , dont chacun vaut

Il s'ensuit aussi, que si deux rayons AB, NO, dont le premier est plus proche de l'axe que le second, tombent parallèles à l'axe sur la convexité, le rayon rompu BD coupera l'axe HK plus loin du centre G que le rayon rompu OT ne coupera cet axe, & par consequent que les rayons rompus se couperont avant que de parvenir jusqu'à l'axe.

Il s'ensuit de plus que si trois rayons AB, NO, RS y tomboient parallèles à l'axe sur trois points B, O, S, qui seroient à égale distance l'un de l'autre, les rayons rompus BD, OT qui viendroient des deux rayons incidens les plus proches de l'axe, couperoient l'axe en deux points qui seroient plus proches l'un de l'autre, que les deux points par lesquels passeroyent les deux rayons rompus OT, SV.

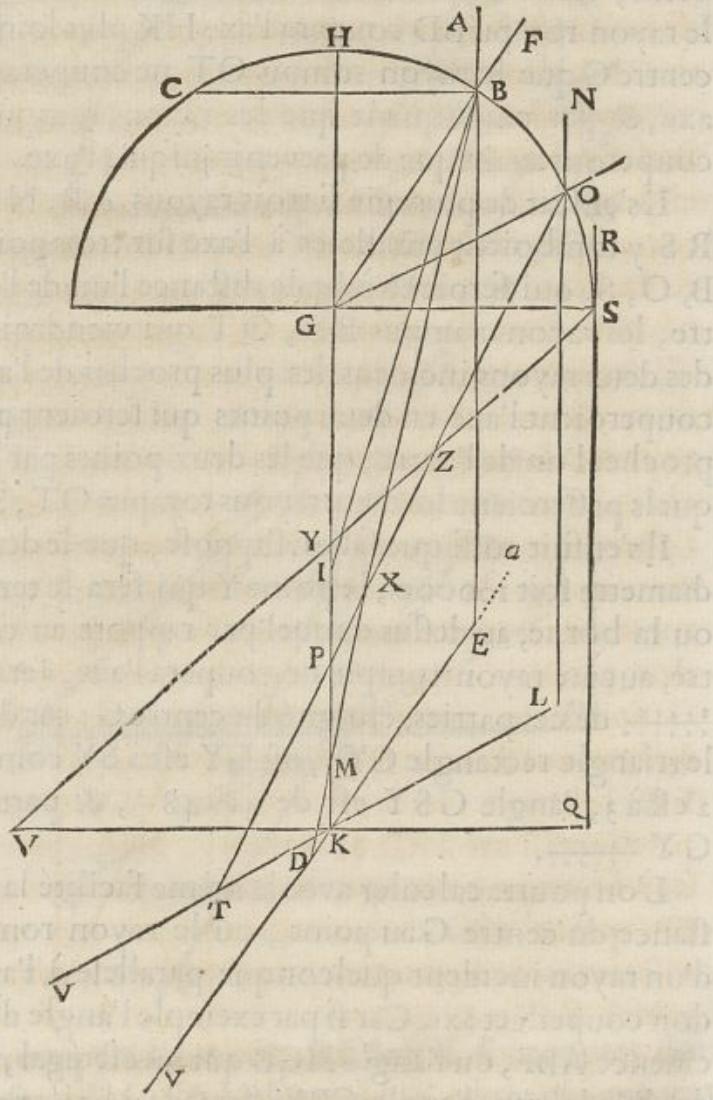
Il s'ensuit aussi que si l'on suppose, que le demi-diamètre soit 100000, le point Y qui sera le terme ou la borne, au dessus duquel par rapport au centre, aucun rayon rompu ne coupera l'axe, sera de  $\frac{29416}{100000}$ . de ces parties, éloigné du centre G : car dans le triangle rectangle GYS, où GY est à SY comme 2 est à 3, l'angle GS Y est de  $41^{\circ} 48' \frac{1}{2}$ , & partant GY  $\frac{29416}{100000}$ .

L'on pourra calculer avec la même facilité la distance du centre G au point , où le rayon rompu d'un rayon incident quelconque parallèle à l'axe, doit couper cet axe. Car si par exemple l'angle d'incidence ABF, ou l'angle HGB qui lui est égal, est de dix degrés, l'angle GBM sera de  $6^{\circ} 39'$ , parce

P ij

que GM est à BM comme 2 à 3 ; & partant l'angle GMB de  $3^d 21'$ , & GM 198114 ; & ainsi des autres.

*Troisième proposition.* Si le rayon rompu BM, au lieu



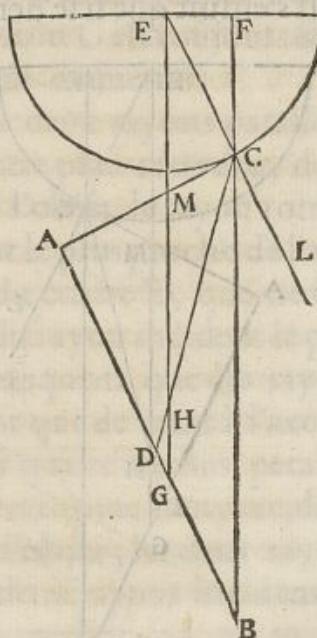
de continuer sa route depuis le point B au travers du verre, rencontreroit la surface plate de l'air BC sans traverser quelque épaisseur de verre sensible; je dis que BI tirée du point B égale à GM & bornée de l'axe HK, seroit le rayon rompu du rayon incident AB, ou pour mieux dire du rayon incident BM.

*Démonstration.* BM est le rayon incident sur la surface plate BC, & prolongé jusqu'en M. Or BM est à MG comme 3 est à 2; & par consequent si l'on tiroit BI égale à GM, & en sorte qu'elle fust bornée de la même perpendiculaire HK dont BM est borné, BI seroit le rayon rompu du rayon incident AB.

*Quatrième proposition.*  
Etant donné un verre plan convexe, dont le côté plat est tourné vers l'objet; trouver géométriquement le rayon rompu d'un rayon incident parallel à l'axe.

Soit E le centre du verre plan convexe; soit FC le rayon incident parallel à l'axe EG, & indefiniment prolongé. Du point d'incidence C soit tiré le demi-diamètre EC, & par le point G qui soit dans l'axe, & éloigné du centre E de trois demi-diamètres, soit tirée la droite AB pa-

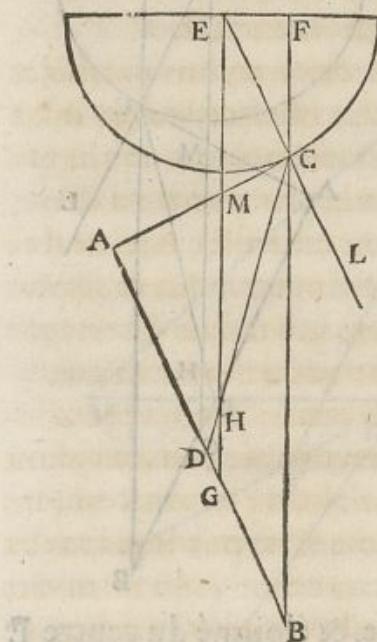
P iij



rallele à ce demi-diamètre ; & soit enfin tirée du point d'incidence C la droite CD bornée de la perpendiculaire AB, aussi bien que CB, & en sorte que CB, qui vaut trois demi-diamètres soit à CD comme 3 est à 2 ; je dis que CD sera le rayon rompu du rayon incident FC.

*Démonstration.* L'angle ABC est égal à l'angle d'incidence ECF, & l'angle ADC égal à l'angle rompu DCL. Donc DC est à BC comme le sinus de l'angle d'incidence est au sinus de l'angle rompu. Or DC est à CB comme 2 est à 3, & partant DC est le rayon rompu du rayon incident FE.

Il s'ensuit que si le demi-diamètre EC étoit mobile sur le centre E ; la ligne CB mobile sur les points C & B , la ligne AB mobile sur le point G; & enfin la ligne DC mobile sur le point C , en sorte qu'elle pût glisser le long de la ligne AB ; l'on pourroit trouver pour ainsi dire, tout d'une veüe , tous les rayons rompus de tous les rayons incidens parallèles à l'axe, qui pourroient passer.



Il s'ensuit , que lors-  
que l'angle d'incidence est fort petit, cet angle fait

les  $\frac{1}{2}$  de l'angle rompu, & par conséquent l'angle de réfraction le  $\frac{1}{2}$  de cet angle rompu, & la moitié de l'angle d'incidence.

Il s'ensuit encore, que BC est à CD, comme HG est à HD, & HE à HC; que HE est à HG comme HC est à HD; que EC est à EH comme BD est à BC, &c. car les trois triangles BCD, DHG, ECH sont semblables.

Il s'ensuit aussi que le point G, que l'on peut appeler le foyer absolu, est le terme ou la borne, au dessous duquel, par rapport au centre, aucun rayon rompu ne coupera l'axe: car CB moins GB, plus EC: c'est-à-dire, CD plus EC sont égales à EG; & par conséquent le foyer absolu G est toujours éloigné du centre E de trois demi-diamètres.

Il s'ensuit de plus, que si deux rayons parallèles à l'axe, tombent sur un verre plan convexe, dont le côté plat est tourné vers l'objet, le rayon rompu qui vient du rayon incident le plus proche de l'axe, coupera cet axe plus loin du centre E, que ne fera le rayon rompu qui vient du rayon incident le plus éloigné de l'axe, & par conséquent que les rayons rompus se couperont avant que de venir à l'axe.

Il s'ensuit encore, que si quatre rayons parallèles à l'axe, tombent sur un verre plan-convexe, dont le côté plat est tourné vers l'objet, les deux rayons rompus qui viennent des deux rayons incidens les plus proches de l'axe, couperont cet axe en des points qui seront plus proches l'un de l'autre, que ne feront les rayons rompus qui viennent des deux

rayons incident les plus éloignez de l'axe , quoique les deux premiers rayons incident tombent sur deux points de la convexité , qui ne sont pas plus éloignez l'un de l'autre , que les deux autres qui sont dans la même convexité , & sur lesquels tombent les deux derniers rayons incident .

Il s'ensuit encore que quand l'angle d'incidence est de  $41^{\circ} 48' \frac{1}{2}$ , le rayon rompu coupera l'axe au point M, qui sera éloigné du verre de  $\frac{34158}{100000}$ : c'est-à-dire , de l'excès que la secante de cet angle aura par dessus un sinus total de 100000 , supposé que le demi-diamètre EC soit de 100000 : car dans le triangle ECM , où l'angle MEC est de  $41^{\circ} 48' \frac{1}{2}$ , & EM à MC comme 3 à 2 , parce que le triangle ECM est semblable au triangle ACB , l'angle ECM doit être droit , & par consequent EM la secante de l'angle MEC dont le sinus total EC a été supposé être de 100000 .

Il s'ensuit enfin , que le point M est le terme ou la borne au dessus duquel par rapport au centre E , aucun rayon rompu ne coupera l'axe , & que le rayon rompu qui passe par ce point , est le dernier qui pourra sortir du verre , &c.

*Cinquième proposition.* Etant donné un verre plan convexe , dont la convexité est tournée vers l'objet , les rayons parallèles à l'axe se réunissent au foyer absolu , qui est éloigné de ce verre d'un diamètre moins  $\frac{1}{2}$  de son épaisseur .

Soit E le centre de la convexité du verre plan-convexe CDB ; D le sommet ; DP l'épaisseur ; F le foyer

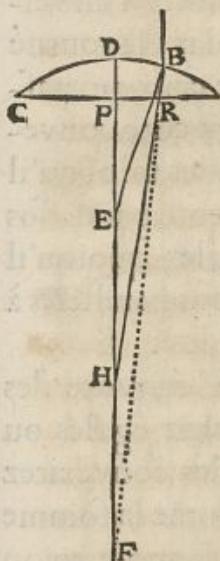
foyer absolu de la convexité CDB, si elle étoit seule; RH le rayon rompu par la surface plate, & partant H le foyer absolu; Je dis que HP vaut un diamètre moins  $\frac{1}{2}$  de l'épaisseur DP.

*Démonstration.* RF est à RH, comme 3 est à 2; or comme RF est sensiblement égale à FP, & RH à PH; PF est aussi à PH, comme 3 à 2; mais PF est égale à trois demi-diamètres moins PD; donc HP est égale à un diamètre moins  $\frac{1}{2}$  DP.

Il s'ensuit que le foyer absolu d'un verre plan convexe, en est toujours plus éloigné, quand le côté plat est tourné vers l'objet, que quand le côté convexe y est tourné, & que cette différence monte à  $\frac{1}{2}$  de l'épaisseur de ce verre.

Il s'ensuit encore que le concours des rayons rompus se fait bien plus parfaitement, lorsque le côté convexe est tourné vers l'objet pour en recevoir des rayons parallèles à l'axe, que lorsque le côté plat y est tourné; & partant il semble, que l'on devroit préférer les verres plan-convexes aux convexes des deux côtés, & avoir un très-grand soin de tourner leurs côtés convexes vers l'objet. Cependant comme il est constant par une infinité d'expériences, que les verres plan-convexes, font parfaitement le même effet, sans qu'on y puisse appercevoir la moindre différen-

Q



ce, soit que leur côté plat ou convexe soit tourné vers l'objet; il me semble avec beaucoup de raison qu'il seroit bien inutile de vouloir donner quelque autre figure aux verres de lunettes, que la sphérique: car la différence qu'il y a entre le parfait concours des rayons qui passent au travers d'un verre plan convexe, lorsque son côté plat est tourné vers l'objet, & le parfait concours de ceux qui passent au travers de ce verre, lorsque son côté convexe est tourné vers l'objet, est si considérable, qu'il est impossible de pouvoir arriver encore par dessus cela à une différence aussi considérable, quoiqu'il y eût une figure qui ramassât les rayons parallèles à un point mathématique, pour ainsi dire.

*Sixième proposition.* S'il y a un verre convexe des deux côtez, dont les convexitez soient égales ou inégales; l'un des deux diamètres des convexitez est à la distance du foyer absolu, comme la somme des diamètres est à l'autre diamètre, supposé qu'on néglige l'épaisseur du verre.

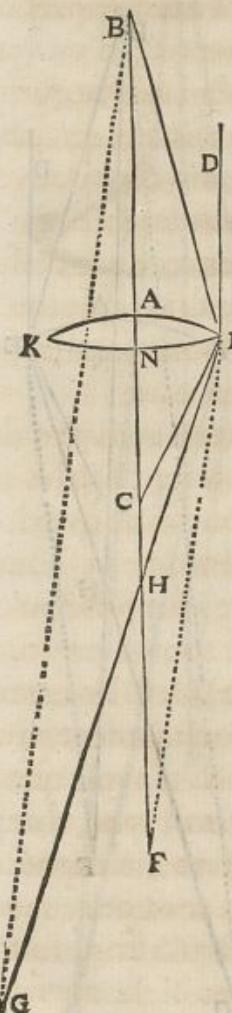
Soit KE le verre convexe; soient B & C les centres des convexitez; & soit DE un rayon incident parallèle à l'axe. Si le rayon incident DE n'avoit que la première refraction à souffrir, son rayon rompu couperoit l'axe au point F qui seroit éloigné du sommet A de trois fois AC; mais comme ce rayon a encore une seconde refraction à souffrir; soit tirée du centre B la droite BG parallèle au rayon rompu EF, & soit tirée EG qui coupera l'axe au point H; je dis que le foyer absolu sera au

point H, & qu'il sera éloigné du verre K E dans la proportion qui a été dite.

*Démonstration.* Puisque le rayon incident D E a été détourné par la première refraction, comme

pour aller vers F, qui est éloigné du sommet A de trois demi-diamètres de la première convexité K A E; la seconde refraction le détournera pour aller au point G, qui sera éloigné du centre B de trois demi-diamètres de la deuxième convexité K N E: c'est-à-dire, de trois fois N B: car B G peut être considérée comme l'axe de la convexité K N E, & le rayon E F, comme un rayon incident parallel à cet axe. Donc parce que les deux triangles B G H, E H F sont semblables, B G est à F E, comme G H est à H E, & *componendo* G B plus E F, à E F, comme G H plus H E qui valent un diamètre de la convexité K N E, sont à H E: c'est-à-dire, que trois demi-diamètres de la deuxième convexité K N E, plus trois demi-diamètres de la première convexité K A E, sont à trois demi-diamètres de cette dernière convexité,

Q ij



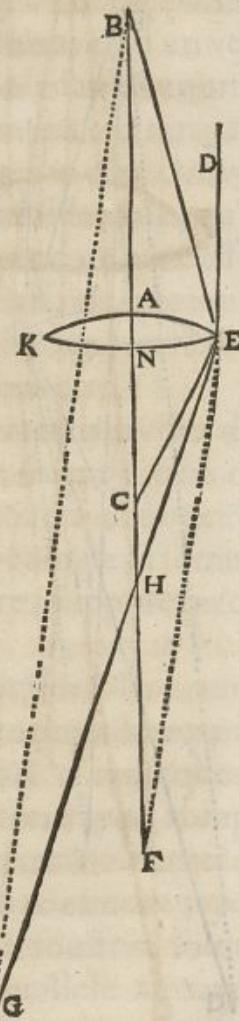
comme un diamètre de la deuxième convexité KNE est à la distance du foyer absolu du verre. Mais au lieu de cela l'on peut dire, qu'un diamètre de la deuxième convexité KNE, plus un diamètre de la première convexité KAE ; c'est-à-dire, la somme des diamètres des convexitez, est au diamètre de l'une des deux convexitez, comme un diamètre de l'autre convexité, est à la distance du foyer absolu du verre.

Il s'ensuit que le foyer absolu H est toujours plus proche du verre, que le grand demi-diamètre, & plus loin que le petit demi-diamètre , & qu'il ne peut tomber au centre C quelorsque les convexitez sont égales.

Il s'ensuit aussi que quand les convexitez sont égales , le foyer est au centre de part & d'autre.

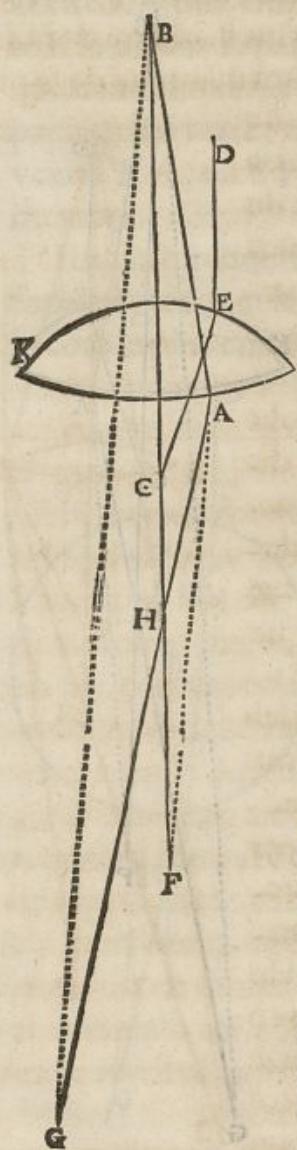
Il s'ensuit encore , que lors qu'on joint deux verres convexes l'un contre l'autre , la somme de leurs foyers est à l'un de ces foyers, comme l'autre foyer est au foyer qui doit provenir de leur jonction.

*Septième proposition.* S'il y a un verre convexe des deux côtéz, dont les convexitez



soient égales ou inégalés, & que l'on considere l'épaisseur de ce verre;

trois demi-diamètres de la convexité la plus éloignée de l'objet, plus trois demi-diamètres de l'autre convexité moins l'épaisseur du verre, seront à trois demi-diamètres de cette dernière convexité, aussi moins l'épaisseur du verre, comme le diamètre de la convexité la plus éloignée de l'objet, sera à la distance du foyer absolu.



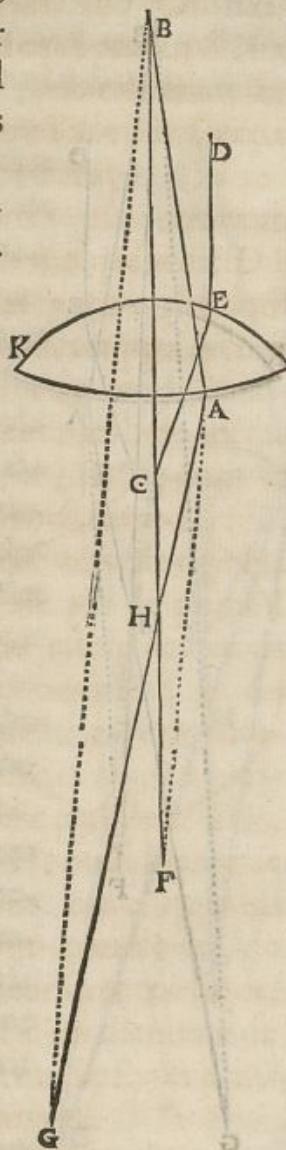
soient B & C les centres des convexitez K E, K A ; soit D E un rayon incident parallel à l'axe,

& soit E A l'épaisseur du verre. Si le rayon incident D E n'avoit que la premiere refraction à souffrir, son rayon rompu couperoit l'axe au point F qui seroit éloigné du point d'incidence E de trois demi-diamètres de la convexité K E ; mais comme ce rayon a encore une seconde refraction à souffrir au point A, après avoir traversé l'épaisseur du verre E A ; soit tirée du centre B la droite B G parallèle au rayon rompu E F ; &

Q iij

du point A, où se doit faire la seconde refraction, soit tirée AG qui coupera l'axe au point H; je dis que le foyer absolu sera au point H, & qu'il sera éloigné du verre AKE dans la proportion qui a été dite.

*Démonstration.* Puisque le rayon incident DE a été détourné par la première refraction, comme pour aller vers F qui est éloigné du point d'incidence E de trois demi-diamètres de la convexité KE; la seconde refraction détournera son rayon rompu EA au point d'incidence A pour aller au point G, qui sera éloigné du centre B de trois demi-diamètres de la convexité KA: c'est-à-dire, de trois fois AB: car BG peut être considérée comme l'axe de la convexité KA, & le rayon EA, qui est le rayon rompu du rayon incident DE, comme un rayon incident parallel à cet axe. Donc parce que les deux triangles BGH, AHF sont semblables, BG est à FE moins AE, comme GH est à HA; & *componendo* BG plus FE moins AE, à FE moins AE, comme AG est à



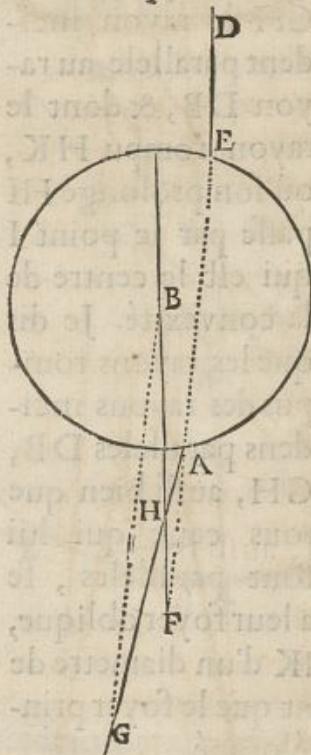
$HA$ : c'est-à-dire, trois demi-diamètres de la convexité  $KA$ , plus trois demi-diamètres de la convexité  $KE$  moins l'épaisseur du verre, sont à trois demi-diamètres de la convexité  $KE$  aussi moins l'épaisseur du verre, comme un diamètre de la convexité  $KA$ , est à  $HA$  la distance du foyer absolu du verre.

Il s'ensuit que les verres, dont les convexitez sont inégales, ont le foyer plus loin du verre lorsque le côté le plus convexe est tourné vers l'objet, que

D lorsque le côté le moins convexe y est tourné; en sorte que lorsque l'inégalité est très grande, & que le verre approche du plan convexe, la différence des distances des foyers approche de deux tiers de l'épaisseur du verre.

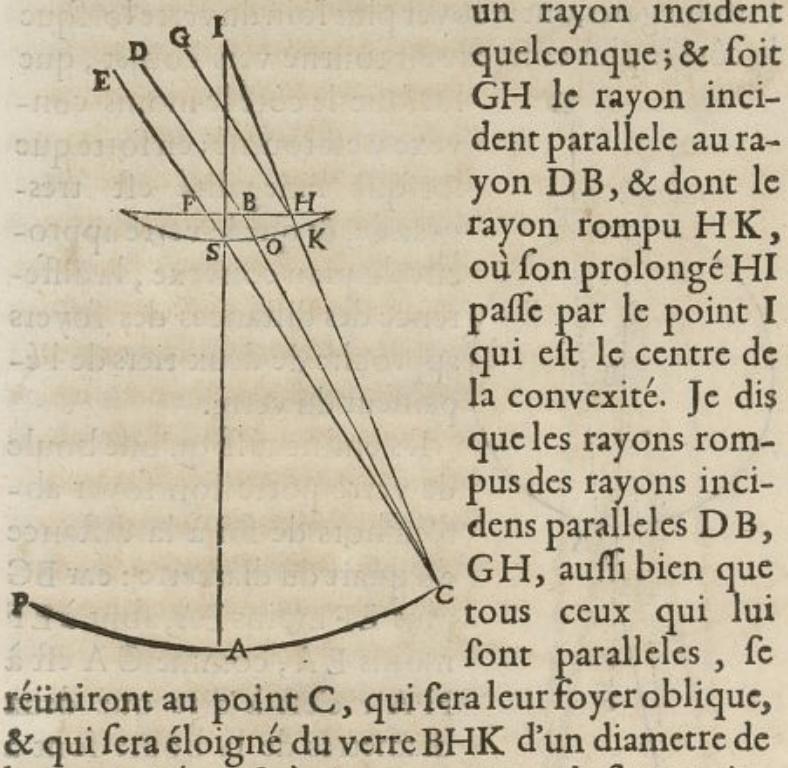
Il s'ensuit aussi qu'une boule de verre porte son foyer absolu hors de soi à la distance du quart du diamètre: car  $BG$  plus  $EF$  moins  $EA$ , sont à  $EF$  moins  $EA$ , comme  $GA$  est à  $HA$ : c'est-à-dire que deux diamètres de la boule sont à un demi-diamètre, comme un diamètre est à un quart de diamètre, qui est la distance que la boule porte son foyer absolu hors de soi.

ANNO VIII



*Huitième proposition.* Les rayons parallèles entre eux, & qui coupent l'axe, ont leur foyer oblique autant éloigné du verre, que le foyer principal, qui vient dans l'axe, en est éloigné, pourvû toutefois que l'angle qu'ils font en coupant l'axe, ne soit pas trop grand.

Soit premierement BHK un verre plan convexe, dont le côté plat soit tourné vers l'objet ; soit DB



un rayon incident quelconque ; & soit GH le rayon incident parallèle au rayon DB, & dont le rayon rompu HK, où son prolongé HI passe par le point I qui est le centre de la convexité. Je dis que les rayons rompus des rayons incidents parallèles DB, GH, aussi bien que tous ceux qui lui sont parallèles, se

réuniront au point C, qui sera leur foyer oblique, & qui sera éloigné du verre BHK d'un diamètre de la convexité : c'est-à-dire, autant que le foyer principal qui vient dans l'axe en est éloigné.

*Démonstration.* Tous les rayons qui tombent parallèles sur une surface plate & unie, ont aussi leurs rayons

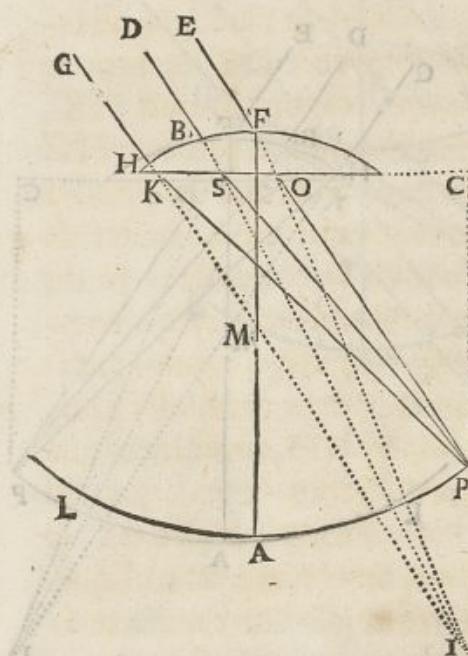
rayons rompus parallèles. Le rayon rompu  $B\ O$  est donc parallèle au rayon rompu  $H\ K$  ou à son prolongé  $H\ I$ . Or le rayon rompu  $I\ K$  peut être considéré comme l'axe de la convexité, à cause qu'il passe par le centre  $I$ ; & par conséquent le rayon rompu  $O\ C$  coupera cet axe indefiniment prolongé, au point  $C$  qui sera le foyer oblique du verre  $B\ H\ K$ , & qui en sera éloigné d'un diamètre de la convexité: c'est-à-dire, autant que le foyer principal qui est dans l'axe, en est éloigné.

Soit en second lieu  $KFO$  un verre plan-conve-

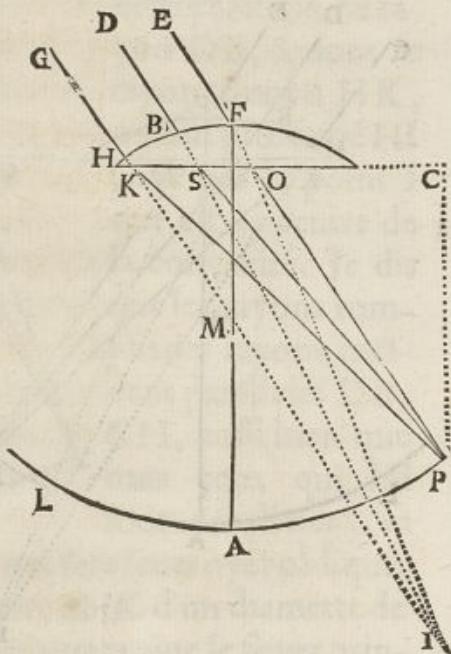
xe, dont la convexité soit tournée vers l'objet; soit  $DB$  un rayon incident quelconque; & soit  $GH$  le rayon incident parallèle au rayon  $DB$ , & qui tombe perpendiculairement sur la convexité. Je dis que leurs rayons rompus  $S\ P$ ,  $K\ P$  se réuniront au point  $P$ , qui sera le foyer oblique des rayons

incident parallèles  $DB$ ,  $GH$ , & qui sera éloigné du verre  $KFO$  autant que le foyer principal, qui vient dans l'axe, en est éloigné.

R

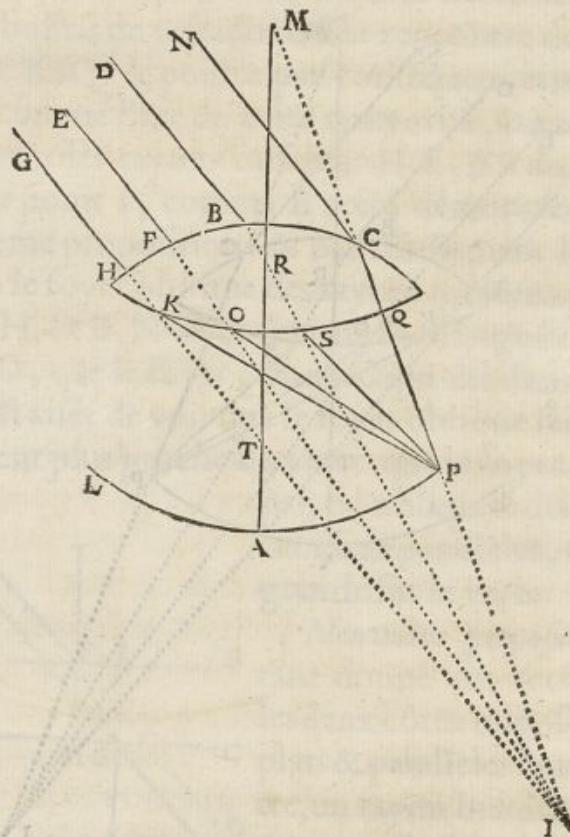


*Démonstration.* Si les rayons incident parallèles D B, G H n'avoient que la première refraction à souffrir, le rayon G H I pourroit être considéré comme l'axe de la convexité, & le rayon rompu B I du rayon incident D B, couperoit cet axe au point I, qui seroit éloigné du sommet H de trois demi-diamètres de la convexité HBF. Mais parce que ces rayons ont encore une seconde refraction à souffrir à la rencontre de la surface plate KC ; soit du point I tirée IC perpendiculaire à la surface plate KC ; & soient des points K & S tirez les deux rayons rompus KP, SP bornez de la perpendiculaire CI, & en sorte que KP soit à KI, & pareillement SP à SI, comme 2 est à 3. Or comme KI, & SI étant sensiblement égaux, valent chacun trois demi-diamètres de la convexité HBF moins l'épaisseur du verre, les 2 rayons rompus KP, SP seront aussi sensiblement égaux, & vaudront chacun un diamètre de cette convexité moins  $\frac{1}{3}$  de l'épaisseur du verre ; & partant le point P sera le foyer oblique



des rayons incidentes parallèles DB GH, & sera autant éloigné du verre que le foyer principal, qui est dans l'axe, en est éloigné.

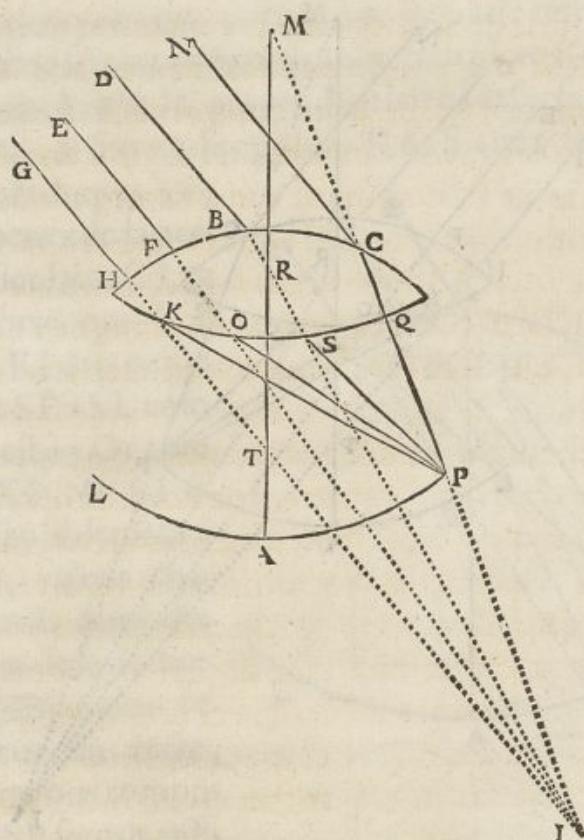
Soit en troisième lieu FCKO un verre convexe des deux côtés ; soit DB un rayon incident quelconque, & soit GH le rayon incident parallèle au



rayon DB, & qui tombe perpendiculairement sur la convexité HFC. Je dis que leurs rayons rompus KP, SP se réuniront au point P, qui sera le foyer  
R ij

oblique des rayons incidens parallèles DB, GH & qui sera éloigné du verre FCKO autant que son foyer principal, qui est dans l'axe, en est éloigné.

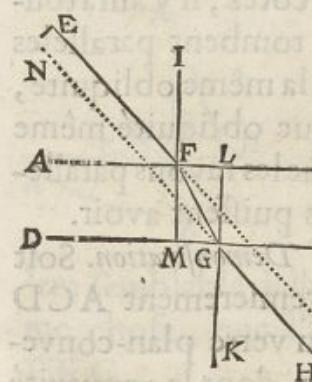
*Démonstration.* Si les rayons incidens parallèles DB, GH n'avoient que la première refraction à souffrir, le rayon GHI pourroit être considéré



comme l'axe de la convexité HFC, & le rayon rompu BI du rayon incident DB coupeoit cet axe au point I, qui seroit éloigné du sommet H de trois

demi-diamètres de la convexité HFC. Mais parce que ces rayons ont encore une seconde refraction à souffrir à la rencontre de la surface sphérique KOS; soit tiré le rayon incident NC parallelle aux rayons incidens DB, GH, & dont le rayon rompu CQ, où le prolongé MQ passe par le centre de la convexité M. Cela étant, MQ ira tout droit au point I sans souffrir de refraction à la rencontre de la convexité KSQ, & pourra par consequent être considéré comme l'axe de cette convexité, laquelle détournera les rayons incidens HK, BS du point I vers le point P, comme il a été démontré dans la septième proposition: & par consequent le point P sera le foyer oblique des rayons incidens paralleles GH, DB, NC, & sera autant éloigné du verre FCKO, que le foyer principal qui est dans l'axe.

Il est aisée de voir que le foyer oblique sera sensiblement plus proche du verre que le foyer principal, si l'obliquité des rayons incidens paralleles, est trop grande sur le verre.



*Neuvième proposition.* Etant donné un verre dont les deux côtéz opposez sont plats & paralleles l'un à l'autre, un rayon incident quelconque sortira par l'un des deux côtéz de ce verre, avec la même obliquité qu'il avoit en y entrant par l'autre côté.

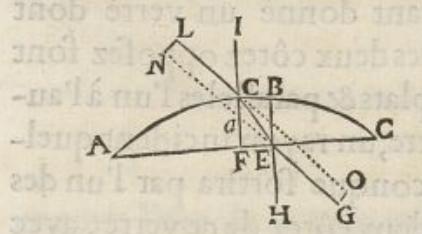
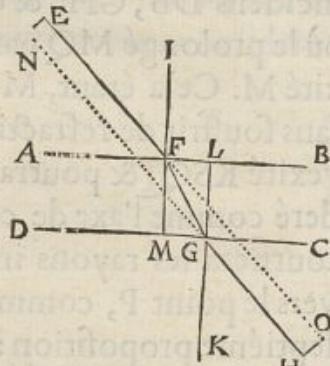
R iij

Soit ABCD un verre, dont les côtes AB, DC soient plats & paralleles l'un à l'autre ; & soit EF un rayon incident, qui se rompt au point F, en FG, & au point G, en GH ; je dis que l'angle EFI sera égal à l'angle KGH.

*Démonstration.* L'angle MFG est égal à l'angle FGL ; & par consequent les deux angles EFI, KGH, qui peuvent être considérés comme deux angles rompus des deux angles MFG, FGL : c'est - à - dire, EFI l'angle rompu de l'angle d'incidence MFG, & KGH l'angle rompu de l'angle d'incidence FGL, seront aussi égaux.

*Dixième proposition.* Etant donné un verre plan-convexe, ou convexe des deux côtes, il y aura toujours un rayon parmi ceux qui tombent paralleles sur le verre, qui en sortira avec la même obliquité, qu'il avoit en y entrant, quelque obliquité même que les rayons parallèles puissent avoir.

*Démonstration.* Soit premierement ACD un verre plan-convexe, dont la convexité soit tournée vers l'objet ; & soit LC un rayon incident, qui se rompt au sommet de la convexité, C,



en  $CE$ , & au point  $E$  en  $EG$ . Donc parce que l'angle  $C E B$  est égal à l'angle  $F C E$ , l'angle  $H E G$  sera aussi égal à l'angle  $L C I$ .

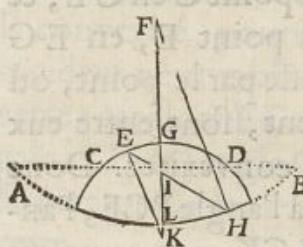
Soit en second lieu  $ACD$  un verre plan-convexe, dont le côté plat soit tourné vers l'objet, & soit  $GE$  un rayon incident qui se rompt au point  $E$  en  $EC$ , & au point  $C$  qui est le sommet de la convexité, en  $CL$ . Donc parce que l'angle  $F C E$  est égal à l'angle  $C E B$ , l'angle  $L C I$  sera aussi égal à l'angle  $H E G$ .

*Lemme.* Etant donnéz deux segmens de cercle, égaux ou inégaux, qui se touchent par leurs cordes, & dont les sinus verses qui se touchent, sont entre eux comme leurs diamètres; si l'on tire une ligne indéfinie par le point où ces sinus verses se touchent, l'arc compris entre cette ligne & l'un des sinus verses, sera semblable à l'arc compris entre la même ligne & l'autre sinus verse.

Soient  $ALB, CGD$  les deux segmens de cercle, qui se touchent de la maniere qu'il a été dit; & soit  $E H$  la ligne indefinie, tirée par le point  $I$ , où les deux sinus verses se touchent; je dis que l'arc  $EG$  sera semblable à l'arc  $LH$ , ou, ce qui est la même chose, que l'angle  $L F H$  sera égal à l'angle  $E K G$ .

$I G$  est à  $IL$ , comme  $E K$  est à  $F H$ , & par consequent aussi  $IK$  à  $IF$  comme  $E K$  est à  $F H$ . Donc

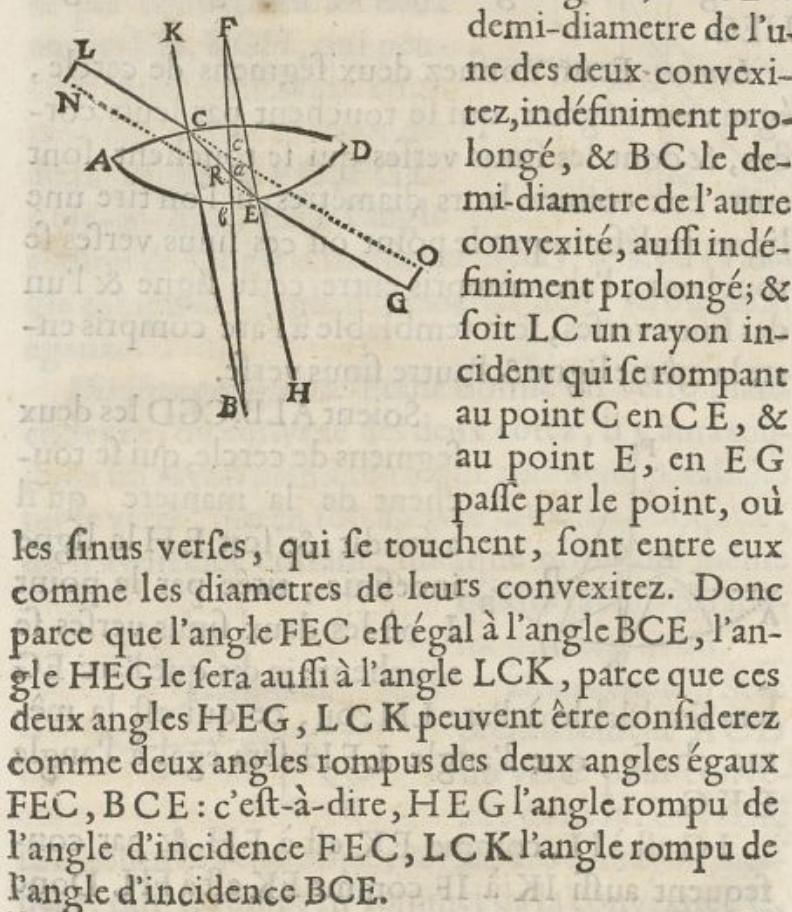
II



parce que l'angle FIH est égal à l'angle EIK ; l'angle LFH le sera aussi à l'angle EKG , ou , ce qui est la même chose , l'arc HL sera semblable à l'arc EG .

Il s'ensuit que l'angle KEH sera égal à l'angle FHE .

Soit en troisième lieu ACDE un verre convexe des deux côtéz , dont les convexitez soient égales ou inégales ; soit FE le demi-diamètre de l'une des deux convexitez , indéfiniment prolongé , & BC le demi-diamètre de l'autre convexité , aussi indéfiniment prolongé ; & soit LC un rayon incident qui se rompt au point C en CE , & au point E , en EG passé par le point , où



les sinus verses , qui se touchent , sont entre eux comme les diamètres de leurs convexitez . Donc parce que l'angle FEC est égal à l'angle BCE , l'angle HEG le sera aussi à l'angle LCK , parce que ces deux angles HEG , LCK peuvent être considerez comme deux angles rompus des deux angles égaux FEC , BCE : c'est-à-dire , HEG l'angle rompu de l'angle d'incidence FEC , LCK l'angle rompu de l'angle d'incidence BCE .

Il s'ensuit que FH sera parallele à BK, & LC parallele à EG.

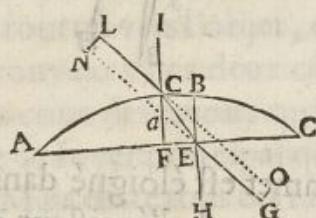
Il s'ensuit aussi que les rayons qui sortent par la convexité d'un verre plan-convexe, avec la même obliquité qu'ils avoient en y entrant par le côté plat tourné vers l'objet, passent tous par le sommet de la convexité, quelque obliquité qu'ils puissent avoir.

Il s'ensuit encore que les prolongez des rayons rompus qui sortent par le côté plat d'un verre plan-convexe, avec la même obliquité que leurs rayons incidens avoient en y entrant par le côté convexe tourné vers l'objet,

passent tous, pour ainsi dire, par un point qui est d'un tiers de l'épaisseur du verre au dessous du sommet de la convexité, pourveu neanmoins que ces rayons incidens ne tombent pas trop obliquement sur le verre : car alors EC est égale ou pour ainsi dire égale à CF, & l'angle  $CE\alpha$  est le tiers de l'angle  $NaC$ ; & partant  $C\alpha$  le tiers de CF qui est l'épaisseur du verre.

Il s'ensuit aussi que les prolongez des rayons rompus qui sortent d'un verre convexe des deux côtes, avec la même obliquité que leurs rayons incidens avoient en y entrant, passent tous, pour ainsi dire, par un point, qui est d'un tiers du sinus verse de la dernière convexité au dessous du point, où ce sinus

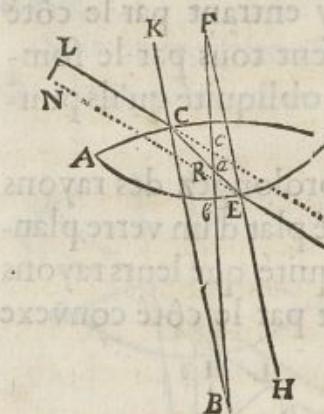
S



& celui de l'autre convexité se touchent ; pourveu que ces sinus soient en raison de leurs diamètres & que ces rayons ne tombent pas trop obliquement sur le verre : car alors  $Ea$  est égale ou pour ainsi dire égale à  $ab$ , & l'angle  $REa$  est le tiers de l'angle  $NRa$ , & partant  $aR$  le tiers de  $ab$  qui est le sinus versé de la convexité  $AED$ .

J'appellerai ce point  $a$  le sommet du cone des rayons qui forment l'image ; & ce sommet est éloigné dans les verres plan-convexes, d'un tiers de l'épaisseur du verre, d'un autre point qui est au dessus, & qu'on peut appeler avec la même raison le sommet du cone des rayons qui partent de l'objet ; & dans les verres convexes des deux côtez, ces deux sommets sont éloignez l'un de l'autre d'un tiers de l'un & de l'autre des sinus versés.

*Onzième proposition.* Tous les foyers obliques, pourveu qu'ils ne le soient pas trop, sont dans les verres plan-convexes dont le côté plat est tourné vers l'objet, dans une courbure décrite sur le sommet de la convexité, comme centre, & de l'intervalle de ce sommet au foyer principal ; & dans les



verres plan-convexes, dont la convexité est tournée vers l'objet, comme aussi dans les verres convexes des deux côtes, ces foyers sont dans une courbure décrite sur le sommet du cone des rayons qui forment l'image, & de l'intervalle de ce sommet au foyer principal.

*Démonstration.* Tous les rayons incidens parallèles, quoiqu'obliques, se réunissent en un point, qui dans les verres plan-convexes dont le côté plat est tourné vers l'objet, est éloigné du sommet de la convexité, autant que le foyer principal qui est dans l'axe en est éloigné; & ces rayons se réunissent en un point, qui dans les verres plan-convexes dont le côté convexe est tourné vers l'objet, comme aussi dans les verres convexes des deux côtes, est éloigné du sommet du cone des rayons qui forment l'image, autant que le foyer principal qui est dans l'axe en est éloigné. Mais entre tous ces rayons parallèles il s'en trouve toujours un, comme E F dans les verres plan-convexes, & D B dans un verre convexe des deux côtes, qui sortant par l'un des côtes du verre avec la même obliquité qu'il avoit en y entrant par l'autre côté, traverse pour ainsi dire ce verre tout droit, & comme s'il n'y avoit souffert aucune refraction; dans les verres plan-convexes, dont le côté plat est tourné vers l'objet, ce rayon passe par le sommet de la convexité, & dans les verres plan-convexes dont le côté convexe est tourné vers l'objet, comme aussi dans les verres convexes des deux côtes, le prolongé de ce rayon

Voyez les figures  
des pages  
128, 129, &  
131.

S ij

passe par le sommet du cone des rayons qui forment l'image; & par consequent il est manifeste que tous les foyers obliques sont dans les courbures P A C , L A P décrites comme il a été dit.

On explique fort bien, de ce qui a été dit, comment l'image d'un objet éloigné, & dont chaque point est censé envoyer des rayons paralleles au verre, se represente ou se forme dans le foyer.

Il s'ensuit que les foyers obliques, qui ne sont guères éloignez du foyer principal, sont tous avec lui sensiblement dans un même plan perpendiculaire à l'axe : car une tres-petite partie d'une courbure est sensiblement plate.

Il s'ensuit encore que la distance qu'il y a de l'objet au sommet du cone des rayons qui en partent, est au diamètre de cet objet, comme la distance qu'il y a de l'image au sommet du cone des rayons qui la forment, est au diamètre de cette image.

Il s'ensuit de plus que l'on trouve facilement l'angle d'incidence d'un objet sur le verre, en sachant le diamètre de l'image, & sa distance du sommet du cone des rayons qui la forment.

Par consequent sachant exactement le diamètre de l'image du soleil, & la distance qu'il y a de cette image au sommet du cone des rayons qui la forment, l'on trouve aisément sa grandeur apparente : c'est-à-dire, sous quel angle il fait son incidence sur le verre. Mais il est à observer ici, qu'il faut avoir soin de donner une petite ouverture au verre, afin que l'image ne soit pas plus amplifiée

qu'il ne faut, par des rayons, qui venant d'un même point du soleil, & trouvant une trop grande ouverture, s'assembleroient dans un petit cercle sensible, au lieu de s'assembler dans un seul point ; de même comme il arrive quand on observe le soleil à l'horizon avec une grande ouverture de prunelle : car alors on observe son diamètre plus grand, que dans le meridien, lors que la grande lumiere qui nous environne, nous oblige de retrécir considérablement cette prunelle.

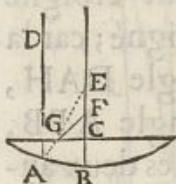
Il s'ensuit encore, qu'il y a toujours une égale quantité de lumiere répandue dans un espace égal d'une image, soit qu'elle soit grande ou petite, pourveu que l'ouverture du verre soit augmentée en même raison que cette image.

*Douzième proposition.* Quand on expose au soleil par le côté plat un verre plan-convexe, la plupart des rayons qui tombent sur ce verre, le traversent ; le côté plat en refléchit une partie, & le côté convexe en refléchit une autre ; mais moins que celle que le côté plat en refléchit ; & le foyer de ces rayons reflétris par le côté convexe, est éloigné du verre de la sixième partie du diamètre de la convexité moins de l'épaisseur du verre.

Soit A B C le verre, & soit D A un rayon incident parallèle à l'axe E B.

*Démonstration.* Le rayon D A passe jusqu'à la convexité A B sans souffrir de refraction, & cette convexité le refléchit, comme pour aller

S iij

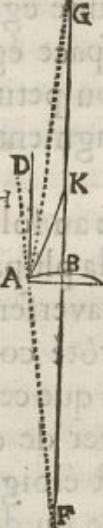


vers le point E où est le quart de son diamètre. Mais comme ce rayon a une réfraction à souffrir au sortir de la surface plate GC, qui détournera le rayon vers F, en sorte que GE sera à GF ou CE à CF, comme 3 est à 2; CF fera les deux tiers du quart du diamètre de la convexité, ou la  $\frac{1}{2}$  du diamètre moins  $\frac{1}{2}$  de CB qui est l'épaisseur du verre.

*Treizième proposition.* Si l'on expose au soleil un verre plan-convexe, par le côté convexe, les rayons qui se refléchiront par la rencontre du côté plat, se réuniront au centre de la convexité, supposé qu'on néglige l'épaisseur du verre.

Soit ABC le verre; & soit DA un rayon incident parallèle à l'axe GF.

*Démonstration.* La première réfraction détournera le rayon DA, comme pour aller vers F, qui sera éloigné de B de trois demi-diamètres de la convexité. Mais comme il rencontre au point A la surface plate AC qu'il doit refléchir, il sera détourné, comme pour aller vers le point G, qui sera autant éloigné du point B, que le point F en est éloigné; car la réflexion fera l'angle DAG égal à l'angle DAH, & comme l'angle HAD est égal à l'angle AFB, & l'angle DAG égal à l'angle AGB les deux angles F & G seront égaux, & par conséquent les points F & G seront également éloignés du verre ABC. Or comme le rayon AG a encore une re-

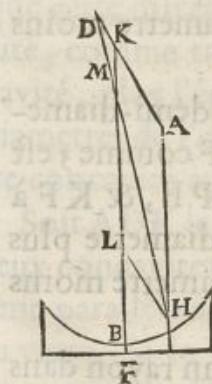


fraction à souffrir au sortir de la convexité ABC ; il est évident par ce qui a été démontré dans la sixième proposition, que ce rayon ira au point K, & que ce point sera éloigné du verre d'un demi-diamètre de la convexité.

Si les verres en les exposant au soleil par l'un & par l'autre de leurs deux côtes, ne font pas une différence de foyer, comme nous venons de la trouver, & que l'un soit moindre que le triple de l'autre; ils feront convexes des deux côtes; & si le foyer se fait de part & d'autre à une égale distance du verre, le verre sera également convexe des deux côtes, & le foyer viendra à un quart du demi-diamètre loin du verre.

*Quatorzième proposition.* Etant donné un rayon qui tombe sur la surface concave & sphérique d'un verre, parallelle à l'axe, l'on peut trouver géométriquement le prolongé de son rayon rompu.

Soit L le centre de la concavité; soit AH le rayon incident parallel à l'axe, & égal au diamètre de la concavité : du centre L, soit tiré le demi-diamètre LH, & du point A la ligne AD parallele à ce demi-diamètre; & soit enfin tirée du point d'incidence H la droite HD, en sorte qu'elle soit à HA comme 3 est à 2, & bornée de la même perpendiculaire AD; je dis que HD sera le prolongé du rayon rompu.



La démonstration de cette proposition n'est pas autre que celle de la seconde & l'on en peut tirer les mêmes conséquences.

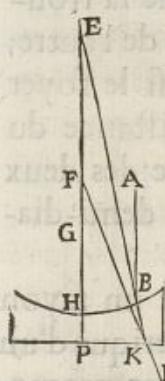
*Quinzième proposition.* Un verre plan-concave, dont le côté concave est tourné vers l'objet, détourne les rayons qui y tombent parallèles à l'axe, comme s'ils venoient d'un point, qui est éloigné de ce verre d'un diamètre de la concavité moins  $\frac{1}{3}$  de l'épaisseur du verre.

Soit G le centre de la concavité HB ; H le sommet ; HP l'épaisseur ; E le point, où le prolongé du rayon rompu couperoit l'axe, & qui seroit éloigné du sommet H de trois demi-diamètres de la concavité, si elle détournoit seule le rayon incident ; KF le prolongé du rayon, rompu par la surface plate PK ; & partant F le point, où le rayon coupera l'axe après avoir été rompu par les deux surfaces ; je dis que FH vaut un diamètre moins un  $\frac{1}{3}$  de l'épaisseur du verre.

*Démonstration.* KE qui vaut trois demi-diamètres plus l'épaisseur du verre, est à KF comme 3 est à 2. Or KE est sensiblement égale à PE, & KF à PF ; & par consequent PF vaut un diamètre plus  $\frac{2}{3}$  de l'épaisseur du verre, & FH un diamètre moins  $\frac{2}{3}$  de cette épaisseur.

*Seizième proposition.* Etant donné un rayon dans le verre, qui tombe sur la surface sphérique de l'air, on peut trouver géométriquement le prolongé de son rayon rompu.

Soit



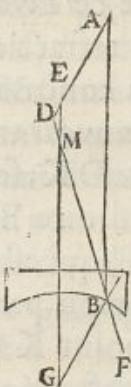
Soit  $G$  le centre de la convexité; soit  $AB$  le rayon incident parallèle à l'axe, & égal au diamètre de la convexité : du centre  $G$  soit tiré le demi-diamètre  $GB$ , & du point  $A$  la ligne  $AD$  parallèle à ce demidiâmetre ; & soit enfin tirée du point d'incidence  $B$  la droite  $BD$ , en sorte qu'elle soit à  $BA$  comme 2 est à 3, & bornée de la même perpendiculaire  $AD$ ; je dis que  $BD$  sera le prolongé du rayon rompu  $BF$ .

La démonstration de cette proposition n'est pas autre que celle de la quatrième, & l'on en peut tirer les mêmes conséquences.

*Dix-septième proposition.* Un verre concave des deux côtéz, dont les concavitez soient égales ou inégales, détourne les rayons qui y tombent parallèles à l'axe, comme s'ils venoient d'un point, qui est éloigné de la dernière concavité, en sorte que cette distance est au diamètre de cette concavité, comme trois demi-diamètres de l'autre concavité, plus l'épaisseur du verre, font à trois demi-diamètres de l'une & trois demi-diamètres de l'autre concavité aussi plus l'épaisseur du verre.

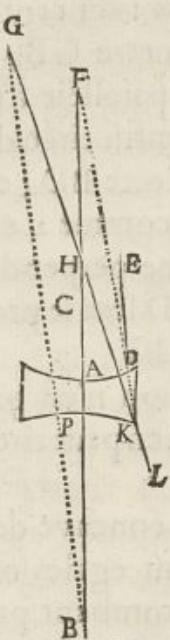
Soit  $ADK$  le verre ; soient  $B$  &  $C$  les centres des deux concavitez  $AD$ ,  $PK$ ; soit  $ED$  un rayon incident parallèle à l'axe ; & soit  $AP$  ou  $DK$  l'épaisseur du verre. Si le rayon incident  $ED$  n'avoit que la première refraction à souffrir, le prolongé du rayon rompu couperoit l'axe au point  $F$ , qui seroit élo-

T



gné du point d'incidence D de trois demi-diamètres de la convexité A D ; mais comme ce rayon a encore une seconde refraction à souffrir au sortir de la concavité P K , au point K , après avoir traversé l'épaisseur du verre D K ; soit tirée du centre B la droite B G parallèle à la droite D F , qui est le prolongé du rayon, rompu par la concavité A D ; & du point K , où se doit faire la seconde refraction , soit tirée K G qui coupera l'axe au point H . Je dis que le verre A D K détournera les rayons qui y tombent parallèles à l'axe, comme s'ils venoient du point H , & que ce point sera éloigné de la dernière concavité , par où les rayons rompus sortent, dans la proportion qui a été dite.

*Démonstration.* Puisque le rayon incident E D a été détourné par la première refraction, comme s'il venoit du point F , qui est éloigné du point d'incidence D de trois demi-diamètres de la concavité A D ; la seconde refraction détournera son rayon rompu D K au point d'incidence K , comme s'il venoit du point G , qui sera éloigné du centre B de trois demi-diamètres de la concavité P K : car B G peut être considérée comme l'axe de la concavité P K , & le rayon D K , qui est le rayon rompu du rayon incident E D , comme un rayon incident pa-



rallele à cet axe. Donc, parce que les deux triangles BGH, FHK sont semblables, BG est à FD plus DK, comme GH est à HK ; & *componendo* BG plus FK sont à FK comme GK est à HK : c'est-à-dire, trois demi-diamètres de la concavité PK plus trois demi-diamètres de la concavité AD plus l'épaisseur du verre DK, sont à trois demi-diamètres de la concavité AD plus l'épaisseur du verre DK, comme GK, qui vaut un diamètre de la concavité PK, est à HK, qui est la distance qu'il y a de la concavité PK au point H, d'où le rayon ED semble venir après avoir souffert deux refractions aux points K & D.

Il s'ensuit que si un rayon, comme LK prenoit son chemin comme pour aller au point H, ce rayon iroit parallèle à l'axe, après avoir souffert les deux refractions aux points K & D.

Il s'ensuit encore que s'il y avoit un rayon qui prit son chemin comme pour aller à un point pris dans l'axe, entre le point H & le verre, son rayon rompu couperoit l'axe d'autant plus proche du verre, que ce point vers lequel il prendroit son chemin, en seroit plus proche.

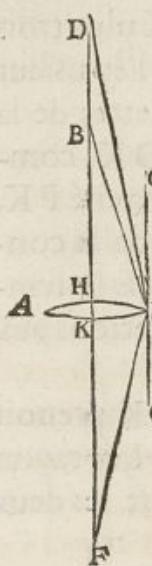
Il s'ensuit de plus que s'il y avoit un rayon qui prit son chemin comme pour aller à un point pris dans l'axe au de-là du point H, son rayon rompu s'éloigneroit de l'axe d'autant plus, que ce point vers lequel il prendroit son chemin, seroit plus éloigné du point H.

Il est assez manifeste par ce que nous avons déjà

T ij

démontré, que les verres concaves détournent les rayons parallèles, & obliques, de même qu'ils détournent ceux qui y tombent parallèles à l'axe.

*Dix-huitième proposition.* S'il y a un rayon, qui tom-



bant sur un verre convexe, vient d'un point de l'axe, qui est au dessus du foyer absolu; l'angle compris entre les lignes tirées du point d'incidence vers le foyer absolu, & vers le point d'où le rayon part, sera égal à l'angle compris entre l'axe & le rayon rompu.

Soit AE le verre convexe; soit DF l'axe; soit CG parallèle à cet axe; soit DE le rayon incident; soit B le foyer absolu; & soit EF le rayon rompu; je dis que l'angle BED sera égal à l'angle BFE.

*Démonstration.* Si le rayon incident venoit du point B, qui est le foyer absolu, son rayon rompu iroit parallèle à l'axe; mais comme il vient du point D, & qu'ainsi il s'approche de la ligne CG, de la quantité de l'angle BED, son rayon rompu EF se doit autant éloigner de cette ligne CG, & faire par consequent, en sorte que l'angle BED soit égal à l'angle FEG ou BFE.

Il s'ensuit que la distance qu'il y a du verre au point de divergence D, moins la distance qu'il y a du verre au foyer absolu B, est à cette distance du foyer absolu au verre, comme la distance qu'il y a

du point de divergence D au verre, est à la distance qu'il y a du verre au point F, où le rayon rompu concourt avec l'axe : car les deux triangles DBE, FED sont semblables, & partant DH moins BH : c'est à-dire, DB, est à BE, qui est sensiblement égale à BH, comme DE est à EF, qui est sensiblement égale à FK.

Il s'ensuit encore que les rayons qui viennent d'un point deux fois plus éloigné du verre que le foyer absolu, se réunissent à la même distance.

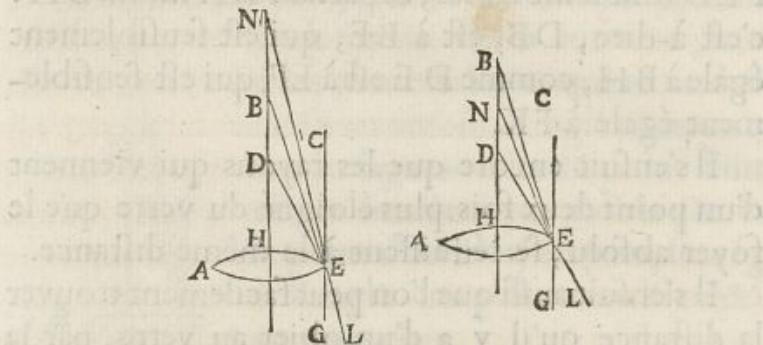
Il s'ensuit aussi que l'on peut facilement trouver la distance qu'il y a d'un objet au verre, par la connaissance que l'on peut avoir de son foyer absolu, & de la distance qu'il y a de ce verre à l'image de l'objet, pourvu que l'objet ne soit pas excessivement éloigné.

*Dix-neuvième proposition.* S'il y a un rayon, qui tombant sur un verre convexe, vient d'un point de l'axe qui est au dessous du foyer absolu ; la distance qu'il y aura du foyer absolu au verre, moins la distance du point de divergence au verre, sera à la distance du foyer absolu au verre, comme la distance du point de divergence au verre, est à la distance du verre au point où le rayon rompu prolongé coupera l'axe.

Soit AE le verre convexe ; soit BH l'axe ; soit CG, une ligne parallele à l'axe, & qui passe par le point d'incidence E ; soit DE le rayon incident ; soit B le foyer absolu ; & soit EL le rayon rompu, dont EN est le prolongé ; je dis que BD sera à BH ou à BE qui

T iij

est sensiblement égale à BH, comme DH, ou DE qui est sensiblement égale à DH, sera à NH, ou à NE qui seront aussi sensiblement égaux.



*Démonstration.* Les deux triangles BDE, DNE sont semblables: car l'angle BDE est commun, & l'angle DEB est égal à l'angle GEL, & par consequent aussi à l'angle DNE, parce que les deux angles, GEL, DNE sont égaux. Donc BD sera à BE, ou à BH, comme DH, ou DE sera à NH, ou à NE.

Il est manifeste que si au contraire le rayon LE tomboit sur le verre AE au point E, comme pour aller vers le point N, ce rayon se détourneroit pour aller couper l'axe au point D, qui seroit éloigné du verre AE, en sorte que NH seroit à DH, comme NH plus BH seroient à BH: car EN est à ND comme EB est à DE, & *componendo*, EN plus EB sont à EB, comme ND plus DE sont à DE. Or NE est sensiblement égale à NH, BE à BH, & DE à DH. Donc &c.

ART. VI.

Qu'il y a deux causes qui em-

Nous venons de voir comment les rayons de lumière qui tombent sur un verre sphérique, paral-

les à l'axe, & tout proches, ou du moins guères éloignez de cet axe, se réunissent à peu près en un point que nous avons appellé le foyer absolu ; mais nous venons de voir en même temps comment les

pêchent le parfait concours des rayons incidentes parallèles à l'axe.

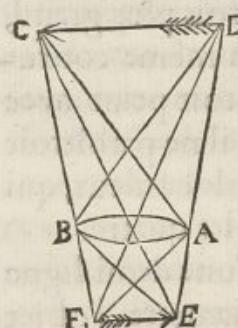
rayons qui sont un peu éloignez de cet axe, s'écartent de ce foyer en s'approchant du verre, & cela d'autant plus, que le point de leur incidence est plus éloigné de l'axe ; & outre cela nous avons vu dans le quatrième chapitre, qu'il y a une certaine propriété dans la refraction même, qui empêche le parfait concours des rayons.

Ces deux inconveniens, mais principalement le dernier, qui fait beaucoup plus de désordre que le premier, & dont aucune figure n'est exempte, nous oblige de garder une certaine mesure dans les ouvertures des verres de lunettes, qu'il sera utile de déterminer.

ART. VII.  
Que cela nous oblige à garder une certaine mesure dans les ouvertures des verres de lunettes.

Soit donc 1° AE un verre convexe d'un quart de ligne de foyer, & d'un quart de ligne de diamètre ; soit CD quelque objet éloigné, qui trace son image EF avec 100 rayons dans le foyer du verre AB, mais qui la trace en sorte que les rayons qui partent de chaque endroit de l'objet CD, se répandent après avoir traversé le verre AB par tout l'espace, dont EF est le diamètre. Cela étant, si l'on approche l'œil de l'image EF (supposons que ce soit d'un quart de ligne) en sorte que tous les 100 rayons

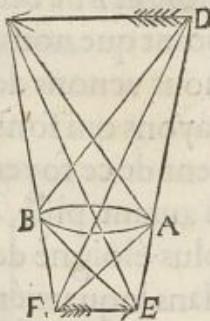
ART. VIII.  
Manière de déterminer ces ouvertures pour des verres de toute sorte de grandeur.



qui la tracent, partant de-là, tombent sur l'extrémité d'un seul des filets du nerf optique; l'objet CD ne nous doit paroître que comme un point, & ainsi il n'importe de quelle manière les 100 rayons tombent sur l'extremité de ce filet.

2° Soit AB un verre convexe d'une demi-ligne de foyer, & d'une demi-ligne de diamètre. Cela étant, l'objet CD tracera son image quatre fois plus grande & avec quatre fois plus de rayons, & la tracera en sorte que les rayons qui partent de chacun de ses points, se répandent sur tout l'espace dont EF est le diamètre; & par consequent si l'on en approche l'œil d'un quart de ligne comme auparavant, tous les 400 rayons qui la tracent, partant de-là, tomberont sur les extrémités de quatre filets du nerf optique, & l'objet CD nous paroîtra quatre fois plus grand, mais avec la même clarté & avec la même confusion qu'auparavant: car si l'objet étoit peint avec quatre couleurs toutes différentes, il ne paroîtroit que comme s'il étoit peint d'une seule couleur, qui proviendroit du mélange de toutes les quatre.

3° Si AB est un verre convexe d'une demi-ligne de foyer & d'un quart de ligne de diamètre, l'objet CD tracera son image quatre fois plus grande, & avec la même quantité de rayons, que dans le premier cas; mais il la tracera en sorte, que chacun de ses points ne répandra pas des rayons sur tout l'espace



pace dont EF est le diamètre, ni pas même tout-à-fait sur le quart de cet espace; & par consequent si l'on en approche encore l'œil d'un quart de ligne, tous les rayons qui la tracent, partant de-là, tomberont sur les extremitez de quatre filets du nerf optique, & l'objet CD nous paroîtra quatre fois plus grand, & quatre fois moins éclairé; mais avec quatre fois plus de distinction: car si chaque quatrième partie de cet objet étoit peinte d'une couleur différente, chacune de ces parties envoyeroit 25 rayons sur chaque extremité de quatre filets du nerf optique, & l'on distigueroit quatre couleurs dans cet objet.

4° Soit AB un verre convexe d'une demi-ligne de foyer, & dont le diamètre soit au diamètre du verre convexe du premier cas, en raison soussoublée de leurs foyers. Cela étant, l'objet CD tracera son image quatre fois plus grande, & avec deux fois plus de rayons que dans le premier cas; mais il la tracera en sorte que les rayons qui partent de ses points, ne se répandront pas sur tout l'espace dont EF est le diamètre; mais qu'ils se répandront sur la moitié, & même un peu plus que sur la moitié de cet espace; & par consequent si l'on en approche encore l'œil d'un quart de ligne; tous les rayons qui la tracent, partant de-là, tomberont sur les extremitez de quatre filets du nerf optique, & l'objet CD nous paroîtra quatre fois plus grand, & deux fois moins éclairé; mais pas tout-à-fait avec deux fois plus de distinction. Mais si

V

l'on en approchoit l'œil, en sorte que cette distance fust à l'autre, qui est d'un quart de ligne, en raison sousdoublée des foyers des deux verres: c'est-à-dire en raison des diamètres de leurs ouvertures, l'objet CD nous parroîtroit deux fois plus grand, également éclairé, & avec deux fois plus de distinction, ou même avec un peu plus de distinction que cela.

## ART. IX.

Que tout ce que l'on vient de dire touchant les ouvertures des verres de lunettes, est une suite de la nature du cercle & de la refraction.

Tout ceci est une suite de la nature du cercle & de celle de la refraction; & il s'ensuit de ce que nous venons de dire, que plus un objet est éclairé, & plus un verre est poli & d'une figure irreguliere, moins ce verre, pourra souffrir d'ouverture.

## ART. X.

Pourquoi les ouvertures des lunettes & les foyers des oculaires doivent être en raison sousdoublée des foyers des objectifs.

Or puisque l'objet ne doit pas seulement paroître avec deux fois plus de distinction ; mais avec un peu plus que cela , lorsque les diamètres des verres, aussi bien que les distances qu'il y a de l'œil à l'image, sont en raison sousdoublée de ces foyers; l'on pourroit prendre cette raison un peu plus grande, afin de voir un objet plus grand & plus distinct, & pourtant également éclairé. Mais comme les verres de lunettes, plus ils sont grands, plus ils sont sujets à des deffauts qui sont inseparables de la matière & du travail, & que d'ailleurs ils interceptent beaucoup de rayons, à cause de l'épaisseur qu'ils doivent avoir à proportion de leur grandeur ; je ne leur voudrois jamais donner plus d'ouverture, ni approcher l'œil plus près de leurs foyers, ou, ce qui est la même chose, leur donner des oculaires plus forts, qu'en raison sousdoublée de leurs grandeurs.

Et comme la nature nous a donné l'ouverture de la prunelle beaucoup plus grande qu'il n'est nécessaire pour appercevoir assez clairement la plupart des objets, & principalement les astres qui se voyent de nuit; je n'ai donné qu'un quart de ligne d'ouverture à un verre objectif d'un quart de ligne de foyer; & ayant pris le foyer de l'oculaire qui convient à cela, égal à cette ouverture, j'ai dressé là-dessus la table suivante.

ART. XI.  
Sur quels principes on a dressé une table pour les ouvertures des objectifs & pour les foyers des oculaires.

*Table pour les ouvertures des objectifs, & pour les foyers des oculaires.*

Foyers.	Ouvert.	Foyers.	Ouvert.	Foyers.	Ouvert.
$\frac{1}{4}$ ligne.	$\frac{1}{4}$ ligne.	9	1 6	120	5 6
1	$\frac{1}{2}$	10	1 7	130	5 9
4	1	11	1 8	140	5 11
1 pouce	$1\frac{1}{4}$	12	1 9	150	6 2
2	$2\frac{1}{2}$	14	$2 10\frac{1}{2}$	160	6 5
3	3	16	2	170	6 7
4	$3\frac{1}{2}$	18	$2 1\frac{1}{2}$	180	6 9
5	4	20	$2 3$	190	6 11
6	$4\frac{1}{2}$	25	2 6	200	7 1
7	$4\frac{3}{4}$	30	2 9	225	7 6
8	5	36	3	250	7 11
9	$5\frac{1}{4}$	40	3 2	275	8 4
10	$5\frac{1}{2}$	45	3 4	300	8 8
11	$5\frac{3}{4}$	50	3 6	325	9
1 pied.	6 lignes	55	3 8	350	9 4
2	$8\frac{1}{2}$	60	3 10	375	9 8
3	$10\frac{1}{2}$	65	4	400	10
4	1 pouce	70	4 2	440	10 6
5	$1 1\frac{1}{4}$	80	4 6	484	11
6	$1 2\frac{1}{2}$	90	4 9	530	11 6
7	$1 3\frac{1}{4}$	100	5	576	1 pied.
8	1 5	110	5 3		

**A R T. XII.**  
Que la table a  
été dressée  
pour des lu-  
nettes à deux  
verres ; &  
pourquoi il  
faut donner  
des ouvertu-  
res plus peti-  
tes, & des ocu-  
laires plus foi-  
bles à des lu-  
nettes à qua-  
tre verres.

**A R T. XIII.**  
Que les lu-  
nettes doi-  
vent avoir des  
ouvertures  
d'autant plus  
petites que les  
objets sont  
plus lumi-  
neux.

**A R T. XIV.**  
Qu'il faudroit  
une lunette de  
prés de 15 de-  
mi-diamètres  
de la terre, &  
un objectif de  
 $706\frac{1}{2}$  pieds  
d'ouverture  
pour voir un  
objet de 5  
pieds de dia-  
mètre dans la  
lune.

**A R T. XV.**  
Comment on  
a fait ce cal-  
cul.

Cette table a été dressée pour les lunettes à deux verres, dont on se sert pour observer les astres : car il faut donner à une lunette à quatre verres, une ouverture plus petite, & des oculaires plus faibles que la table ne marque, parce que les quatre verres interceptent beaucoup plus de rayons que les deux verres ; & parce que ces lunettes sont sujettes à de certains défauts, dont nous parlerons dans la suite.

Aureste, pour ce qui est des lunettes à deux verres, on leur doit donner plus ou moins d'ouverture, & des oculaires plus ou moins forts, selon que l'astre que l'on observe est plus ou moins lumineux.

Il est facile de connoître présentement, que nous sommes encore bien éloignez de voir dans les astres, ou même dans la lune, qui est assez proche de nous, des corps aussi particuliers & aussi différents que nous envoyons sur la terre ; & que ceux-là se font bien fortement trompez, qui nous en ont fait concevoir quelque espérance. Il faudroit un verre objectif de  $706\frac{1}{2}$  pieds d'ouverture & d'un foyer de  $283181760$  pieds, qui font près de 15 demi-diamètres de la terre, pour voir dans la lune seulement un objet de 5 pieds de diamètre.

Pour parvenir à ce calcul, j'ai supposé que la lune est éloignée de la terre de  $1157078400$  pieds, prenant  $22424$  pieds pour une lieue d'Allemagne ;  $860$  lieues pour le demi-diamètre de la terre, &  $60$  demi-diamètres de la terre pour la distance qu'il y a

de la lune jusqu'à nous, J'ai encore supposé que je pouvois assez bien reconnoître un objet de cinq pieds de diamètre sous un angle de 6 minutes ; ou, ce qui est la même chose , à la distance de 2865 pieds; & enfin j'ai supposé que je les pouvois reconnoître assez clairement avec une ouverture de prunelle d'un quart de ligne. Cela étant, je n'avois qu'à dire : si je puis reconnoître un objet de 5 pieds de diamètre à une distance de 2865, avec une ouverture de prunelle d'un quart de ligne, combien faudroit-il d'ouverture pour le voir avec la même clarté : c'est - à - dire , avec la même quantité de rayons , à une distance de 1157078400 pieds, qui est la distance qu'il y a de la lune à la terre , ce qui me donnoit une ouverture de  $701\frac{1}{2}$  pieds. Et comme les verres objectifs doivent être en raison doublée de leurs ouvertures, comme nous avons veû , & que dans notre table un verre objectif d'un pied d'ouverture, doit avoir 576 pieds de foyer, il m'étoit facile de trouver qu'un verre objectif de  $701\frac{1}{2}$  pieds d'ouverture, devroit avoir 283181760 pieds de foyer: c'est-à-dire , un foyer de près de 15 demi-diamètres de la terre. Et comme l'oculaire doit être comme l'ouverture de l'objectif : c'est-à-dire , qu'il devroit être de  $701\frac{1}{2}$  pieds pour cet objectif de 283181760 pieds ; la lunette dont l'oculaire seroit de  $701\frac{1}{2}$  pieds , & l'objectif de 283181760 pieds, avec une ouverture de  $701\frac{1}{2}$  pieds approcheroit un objet de 403821 fois , & feroit par consequent paroître la lune qui est éloignée de nous de 1157078400 pieds,

V iij

comme si elle n'en étoit éloignée que de 2865 pieds, & avec la même clarté, supposé qu'il ne se fît aucune perte de rayons par le grand trajet qu'ils au-roient à faire depuis la lune jusqu'à nous, & qu'il ne s'en fist encore aucune perte par la rencontre des surfaces des verres, ce qui va presque à la moitié.

**A R T. XVI.**  
Qu'il n'y a  
que trois for-  
tes de lunettes  
qui peuvent  
être d'usage.

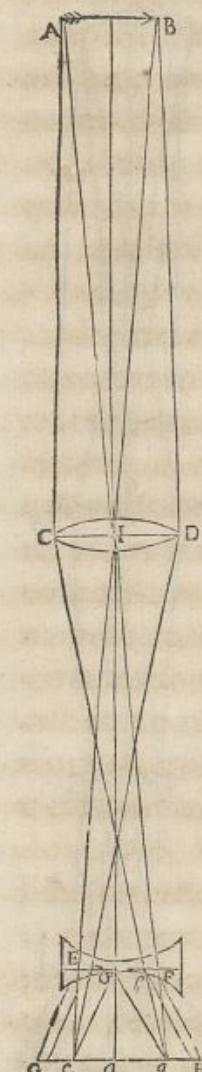
De toutes les lunettes d'approche, dont les Auteurs font mention, il n'y en a que trois sortes qui doivent être mises en usage, si l'on en veut tirer quelque fruit.

1° Celles qui sont composées d'un verre objectif convexe, & d'un verre oculaire concave pour les objets de la terre. 2° Celles qui sont composées d'un verre objectif convexe, & d'un verre oculaire convexe pour les objets du ciel. 3° Celles qui sont composées d'un verre objectif convexe, & de trois verres oculaires convexes pour les objets de la terre. Toutes les autres quel'on pourroit faire de trois, de cinq & de six verres, &c. leur sont inférieures, comme il est aisè de le démontrer : de sorte que je m'étonne que l'on trouve des Auteurs qui nous enseignent d'en faire de neuf ou de dix verres, &c.

**A R T. XVII.**  
Ce que c'est  
que les lunet-  
tes composées  
d'un objectif  
convexe &  
d'un oculaire  
concave, &  
leur deffaut.

Celles qui sont composées d'un verre objectif convexe, & d'un verre oculaire concave, ont le deffaut qu'elles ne découvrent qu'une tres-petite partie de l'objet: car soit AB quelque objet éloigné; soit CD un verre objectif convexe de 12 pouces de foyer : C'est à-dire, que le sommet du cône des rayons qui forment l'image, est précisément élo-

gné de douze pouces du foyer de ce verre; soit EF un verre oculaire concave d'un demi-pouce de foyer & d'une ligne de diamètre, & qui soit éloigné du sommet du cône des rayons qui forment l'image de  $11\frac{1}{2}$  pouces; & soit GH le diamètre de la prunelle. Cela étant supposé, il est manifeste que l'angle AIB, ou l'angle EIF qui lui est égal, sera environ de  $24\frac{1}{2}$  minutes,

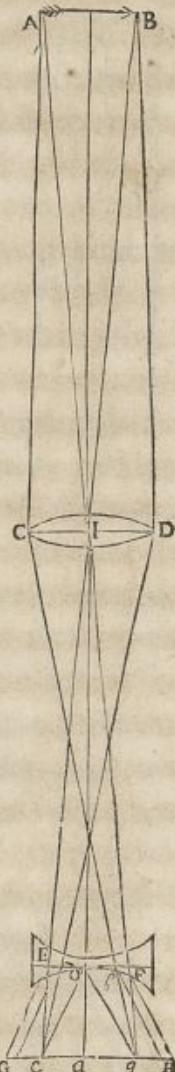


Or comme par les loix de la refraction, les rayons  $Cb$ ,  $IF$  qui partent du point  $A$ , deviennent paralleles l'un à l'autre après avoir traversé le verre  $EF$ , parce que le verre  $EF$  & le verre  $CD$ , ont leur foyer commun : & que ces rayons deviennent paralleles à une droite, comme  $dg$  tirée par le milieu du verre  $EF$  jusqu'au point  $g$ , où ils devroient concourir sans le verre  $EF$ ; l'on peut trouver l'angle  $adg$  de  $4^{\circ} 53$  min. car l'angle  $dag$  est droit ;  $ad$  est de 6 lignes, &  $ag$  est de  $\frac{5 \frac{1}{2} \frac{6}{4}}{10000}$  d'une ligne, puisque dans le triangle rectangle  $aIg$ , le côté  $aI$  est de 12 pouces, & l'angle  $aIg$  de  $12 \frac{1}{4}$  min. Par consequent l'angle  $cdg$  étant le double de l'angle  $adg$  sera de  $9^{\circ} 46$  min. sous lequel on verra l'objet  $AB$  que l'on auroit vu sans la lunette, sous un angle de  $24 \frac{1}{2}$  min. sup-

posé que le diamètre de la prunelle ait plus de deux lignes d'ouverture, & qu'on la puisse approcher du verre EF de six lignes : car puisque dans le rectangle  $adg$ , où le côté  $ad$  est de six lignes, & l'angle  $adg$  de  $4^{\circ} 53'$  le côté  $ag$  est de  $\frac{11}{16}$ ; que la droite  $gH$  est d'une demi-ligne, parce qu'elle est parallèle à  $df$ , qui est d'une demi-ligne, & avec  $df$  entre deux parallèles  $dg$ ,  $FH$ ; & qu'ainsi toute la droite  $GH$  est de  $2\frac{1}{16}$ : il est manifeste que les rayons  $EG$ ,  $FH$  qui partent des points A & B seront à la distance de six lignes du verre EF éloignez l'un de l'autre de  $2\frac{1}{16}$  lignes. Il faut donc que la prunelle ait  $2\frac{1}{16}$  lignes d'ouverture pour recevoir à une distance de six lignes du verre EF, les rayons qui partent des points A & B; & encore ne pourra-t-elle recevoir alors qu'environ la moitié des rayons qui partent de ces points : comme il est aisé de le voir.

**ART. XVIII.**  
Que les lunettes de 11 ou de 12 pouces de longueur avec un oculaire concave, ne peuvent pas être de grand usage.

Ces sortes de lunettes ne peuvent donc pas être de grand usage, lorsqu'elles passent la longueur de 11 ou de douze pouces, ni même celles de cette longueur à cause qu'elles découvrent une trop petite partie d'un objet.



Les

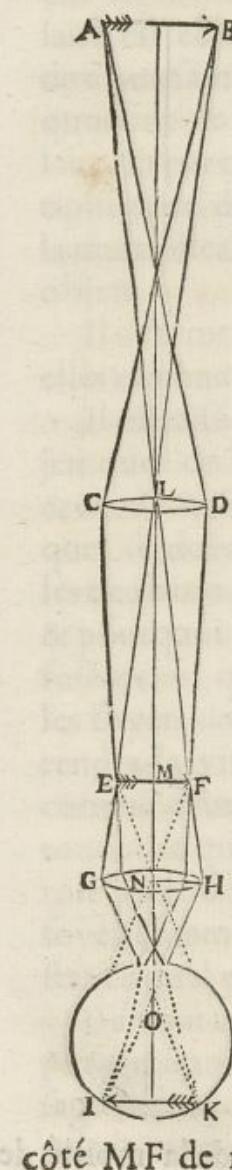
Les lunettes d'approche composées d'un objectif & d'un oculaire convexe, sont les meilleures de

toutes, parce qu'elles découvrent beaucoup d'objets à la fois, & qu'elles n'ont point d'autre défaut par dessus les autres, que de les renverser.

Soit A B quelque objet éloigné; soit C D un verre objectif convexe de 12 pouces de foyer; soit E F l'image de l'objet AB; soit GH un verre oculaire convexe d'un demi pouce de foyer, & de quatre lignes de diamètre. Cela étant, puisque dans le triangle rectangle LNH, le côté LN est de  $12\frac{1}{2}$  pouces, & le côté NH de deux lignes, l'angle LNH sera de  $46'$  & par conséquent l'angle GLH, ou l'angle ALB qui lui est égal, sera d'un degré  $32$  min. Or comme dans le triangle rectangle LMF le côté LM est de 12 pouces, & l'angle MLF de  $46$  min. le côté MF qui est le demi-diamètre de l'image EF sera de  $1\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}$  lignes. Et comme dans le triangle rectangle MNF, le côté MN est de six lignes, & le côté MF de  $1\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ , l'angle MNF sera de  $17^d 48'$

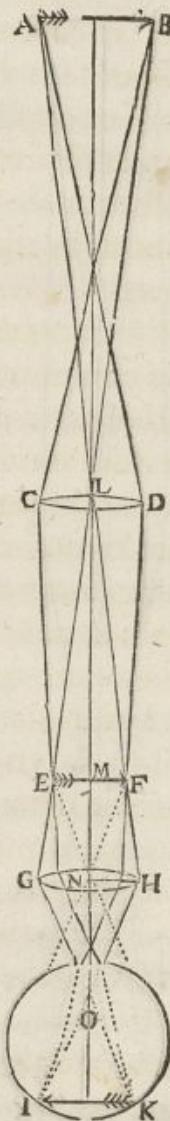
X

ART. XIX.  
Que les lunettes composées de deux verres convexes sont les meilleures de toutes, & pourquoi.



qui joint à l'angle  $MNE$ , qui est égal à l'angle  $MNF$ , fera l'angle  $ENF$ , de  $35^d 36'$ . Or l'angle  $GOH$  est égal à l'angle  $ENF$ , puisque  $HO$  est parallèle à  $NF$ , &  $GO$  parallèle à  $NE$ : car par la nature du cercle & de celle de la refraction, tous les rayons qui partent de quelque point qui est dans le foyer d'un verre, comme  $GH$ , sont parallèles entre eux, après l'avoir traversé, & parallèles à une droite, comme  $FN$ , qui passe par le milieu de ce verre. Nous verrons donc l'objet  $AB$  sous un angle de  $35^d 36$  min. que nous n'aurions vu sans la lunette que sous un angle d'un degré  $32$  min. supposé que le centre de la prunelle soit justement au point  $O$ , qui est la pointe de l'angle visuel, & qu'ainsi tous les rayons qui sortent parallèles du verre  $GH$  y puissent entrer.

Il est manifeste de ce que nous venons de dire, que comme le foyer de l'oculaire est à celui de l'objectif, ainsi la tangente de la moitié de l'angle visuel sur la lunette, est à la tangente de la moitié de



l'angle visuel multiplié par la lunette. Il est encore manifeste qu'une lunette multiplie & approche les objets autant de fois que le foyer de l'oculaire est compris dans celui de l'objectif, c'est-à-dire que sa multiplication se peut exprimer par le quotient de la division de l'objectif par l'oculaire. Et par consequent que ce n'est pas par la multiplication de l'angle visuel que se doit exprimer la multiplication d'une lunette & l'approche des objets.

Il s'ensuit encore que deux lunettes sont entre elles comme ces quotiens.

Il est aisé de comprendre ici pourquoi les objets que l'on découvre vers les bords de la lunette, & dont l'image se forme par des rayons trop obliques se doivent voir confusément, si l'on prend les oculaires d'une portion de sphère trop grande, & pourquoi elles se doivent voir d'autant plus confusément, que cette portion est plus grande : car les foyers de l'objectif & de l'oculaire, qui pour rendre la vision distincte, se devroient toucher comme deux plans se touchent l'un l'autre, ne se touchent que comme deux globes, dont l'un auroit pour demi-diamètre la distance qu'il y a du foyer commun au verre objectif, & l'autre la distance qu'il y a de ce foyer au verre oculaire.

Il est par consequent nécessaire de placer un diaphragme au foyer commun, afin de fermer le passage aux rayons trop obliques, & qui representeroient avec confusion les objets d'où ils partent.

ART. XX.  
Que les objets se doivent voir plus confusément vers les bords que vers le milieu de la lunette, & pourquoi.

ART. XX.  
Pourquoi il est nécessaire de mettre un diaphragme au foyer commun de l'objectif & de l'oculaire.

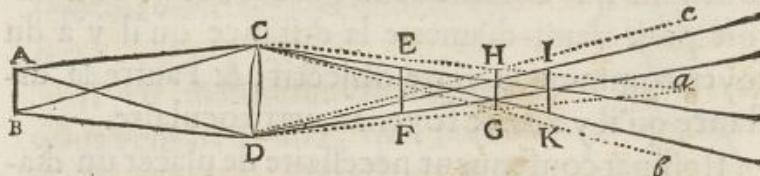
X ij

L'on peut outre cela approcher les deux verres l'un de l'autre, en sorte que leurs foyers se coupent tant soit peu, comme l'on voit ici que les deux cercles B & A se coupent. Mais aussi il faut avoir soin de ne les pas trop approcher l'un de l'autre, afin que les objets qui viennent dans le milieu de la lunette ne se représentent pas avec confusion, pendant que ceux qui viennent vers les bords se représentent avec toute la distinction, & avec toute la netteté nécessaire, comme cela se trouve par l'expérience.

ART. XXII.  
Ce qui doit arriver lors que l'oculaire est trop proche de l'objectif, & ce qui doit arriver, lorsqu'il est trop éloigné.

Je ne crois pas qu'il soit difficile de concevoir pourquoi l'on voit un astre bleuâtre, lorsque les deux verres sont trop près & à une certaine distance l'un de l'autre : car alors beaucoup de rayons rouges échappent, sans qu'un seul rayon bleu puisse échapper ; & au contraire pourquoi on le voit rougeâtre, lorsque les deux verres sont trop éloignez & à une certaine distance l'un de l'autre : car alors beaucoup de rayons bleus échappent, sans qu'un seul rayon rouge puisse échaper.

Soit AB quelque astre dont l'image GH se re-



présentée dans le foyer de l'objectif CD, si l'on avance l'oculaire jusqu'en EF les rayons rouges  $\alpha C$ ,  $\alpha D$  échaperont à l'oculaire EF sans que les

rayons bleus & violetts  $Cc, bD$  lui puissent échaper. Et si on le recule jusqu'en  $IK$ , les rayons bleus & violetts  $Cc, bD$  échaperont au verre  $IK$  sans que les rayons rouges  $aC, aD$  lui puissent échaper.

L'on voit manifestement ici pourquoi les objets que l'on découvre vers les bords d'une lunette se representent toujours plus ou moins teints de rouge : car il y a toujours des rayons bleus & violetts qui échappent à l'oculaire sans que les rayons rouges lui puissent échaper.

Enfin les lunettes d'approche qui sont composées d'un verre objectif convexe & de trois verres oculaires convexes, que l'on peut prendre tous trois d'un même foyer, redressent à la vérité les objets, & nous les font voir dans leur situation naturelle; mais elles ont en récompense d'autres défauts qui sont bien plus considérables : car non seulement les deux foyers du verre objectif & du premier oculaire, se touchent bien imparfaitement, comme nous venons de le voir; mais les deux foyers des deux derniers oculaires se touchent encore bien plus imparfaitement ; & l'on est par conséquent obligé de placer un plus petit diaphragme au foyer commun de ces deux derniers oculaires, que l'on n'auroit pas placé au foyer commun de l'objectif & du premier oculaire; si ces deux derniers oculaires n'y eussent pas été, & si l'on eût voulu se contenter de voir les objets renversés.

C'est donc une imperfection qui est inévitable.

ART. XXIII  
Ce que c'est  
que les lunet-  
tes à quatre  
verres, & leurs  
défauts.

X iiij

ment attachée à ces sortes de lunettes, qu'elles ne découvrent pas un si grand champ comme on l'appelle, que celles qui sont composées de deux verres convexes.

Une autre imperfection est la perte de quantité de rayons qui se fait sur la surface des quatre verres, & qui ne va guères à moins des trois quarts, ou des deux tiers. Ajoûtez à cela l'embarras des tuyaux : car comme ces imperfections empêchent qu'on ne puisse donner une ouverture & des oculaires à l'objectif, selon la proportion qui a été marquée dans la table, la moitié de la longueur de ces lunettes est occupée par les trois oculaires, si ces lunettes sont un peu petites.

## ART. XXIV.

Qu'une lunette à quatre verres est préférable à une à trois verres, quoiqu'il semble que le contraire devroit arriver.

Mais comme une lunette à trois verres a un verre moins que celle dont nous venons de parler, il semble qu'elle lui doit être préférée, & elle le devroit être effectivement, si en récompense elle n'avoit pas encore des défauts bien plus considérables que l'autre.

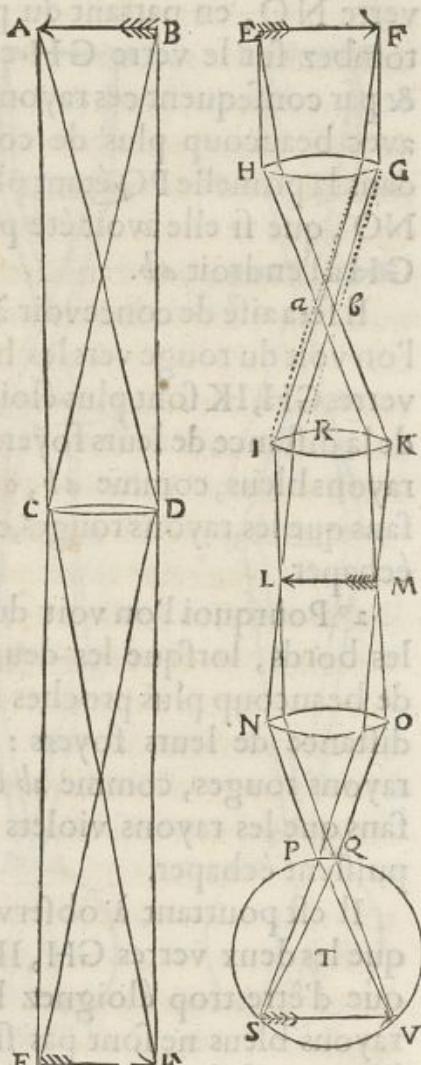
## ART. XXV.

Description d'une lunette à quatre verres avec plusieurs remarques qu'on en peut faire.

Pour en être convaincu on n'a qu'à les comparer ensemble, & soit premierement pour une lunette à quatre verres AB quelque objet éloigné ; soit CD un verre objectif ; soit EF le foyer commun de l'objectif CD, & du premier oculaire GH ; soit IK le deuxième oculaire éloigné du premier, de la distance de leurs foyers ; soit LM le foyer commun du deuxième oculaire IK, & du dernier oculaire NO ; & soit enfin PQ la prunelle de l'œil T. Cela étant, les rayons qui partent du point F

deviendront parallèles après avoir traversé le verre GH, & tomberont de même sur le verre IK.

Or comme il y a parmi eux des rayons rouges & des rayons bleus, les rayons rouges souffrant la plus petite refraction, se sépareront des autres & tomberont par exemple, au point R ; & les rayons bleus & violets souffrant la plus grande refraction, se sépareront pareillement des autres & tomberont par exemple au point I. Mais comme ces rayons ainsi séparés les uns des autres doivent assez bien se rejoindre dans le foyer commun des deux verres IK, NO au point L, ou tant soit peu au dessous de ce point, après avoir traversé le verre IK qui les doit redresser & les remettre sur le chemin d'où le verre GH les avait



fait égarer; tous les rayons qui sont partis du point A, ne doivent tomber guéres autrement sur le verre NO, en partant du point L, qu'ils étoient tombez sur le verre GH en partant du point F; & par consequent ces rayons ne doivent pas entrer avec beaucoup plus de couleur & de confusion dans la prunelle PQ étant placée au foyer du verre NO, que si elle avoit été placée au foyer du verre GH à l'endroit ab.

ART. XXVI.  
Première re-  
marque tou-  
chant les lu-  
nettes à qua-  
tre verres.

Il sera aisément de concevoir à présent, 1° pourquoi l'on voit du rouge vers les bords, lorsque les deux verres GH, IK sont plus éloignez l'un de l'autre que de la distance de leurs foyers: car alors quantité de rayons bleus, comme ab, oI échappent au verre IK sans que les rayons rouges, comme ai, oc lui puissent échaper.

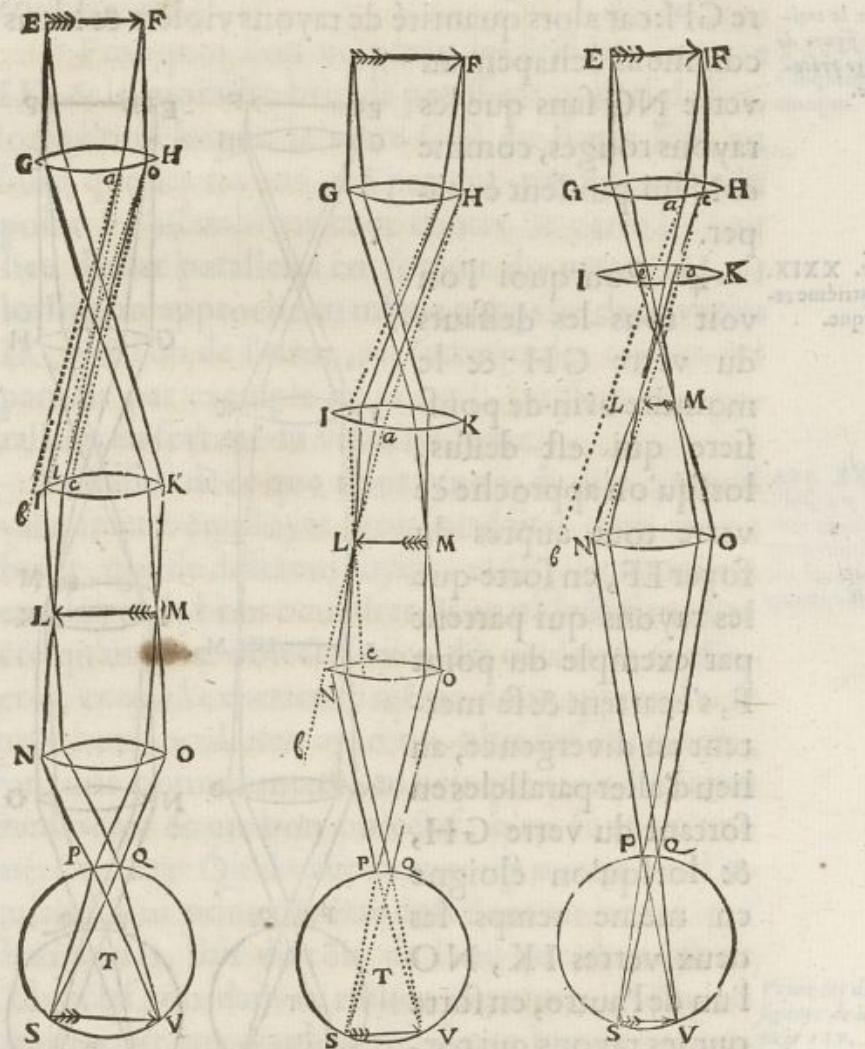
ART. XXVII.  
Seconde re-  
marque.

2° Pourquoi l'on voit du violet & du bleu vers les bords, lorsque les deux verres GH, IK sont de beaucoup plus proches l'un de l'autre que de la distance de leurs foyers: car alors quantité de rayons rouges, comme ab échappent au verre NO, sans que les rayons violets & bleus, comme Ic lui puissent échaper.

Il est pourtant à observer ici qu'il vaut mieux que les deux verres GH, IK soient plus proches, que d'être trop éloignez l'un de l'autre: car les rayons bleus ne sont pas si dangereux, & ne troublent pas si fortement l'objet, que font les rayons rouges.

Il est à observer aussi qu'il faut que le deuxième oculaire

oculaire IK ait un peu plus d'ouverture que le premier GH, afin de ne pas perdre plusieurs rayons



bleus, ce qui donneroit un peu de confusion, & feroit qu'on verroit du rouge vers les bords.

3<sup>e</sup> Pourquoi l'on voit du rouge vers les bords,

ART. XXVIII  
Troisième re-  
marque.

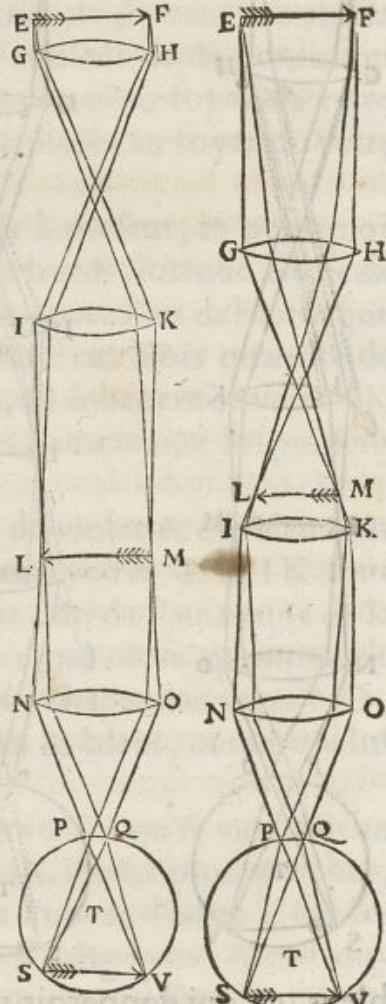
X

*voyez la troisième figure de la page précédente.*

lorsque les deux verres GH, IK sont plus proches l'un de l'autre, que de la distance du foyer du verre GH: car alors quantité de rayons violets & bleus, comme ab échappent au verre NO sans que les rayons rouges, comme caN lui puissent échapper.

ART. XXIX.  
Quatrième re-  
marque.

4° Pourquoi l'on voit tous les défauts du verre GH & le moindre brin de poussière qui est dessus, lorsqu'on approche ce verre tout auprès du foyer EF, en sorte que les rayons qui partent par exemple du point F, s'écartent & se mettent en divergence, au lieu d'aller paralleles en sortant du verre GH, & lorsqu'on éloigne en même temps les deux verres IK, NO l'un de l'autre, en sorte que les rayons qui partent par exemple du point Q, puissent aller paralleles en sortant du verre NO : car chaque brin



de poussiere intercepte tous les rayons qui partent d'un point dans l'objet A B, & cachent ce point entierement.

5<sup>o</sup> Pourqnoi l'on voit tous les deffauts du verre IK, & le moindre brin de poussiere qui est dessus, lorsqu'on éloigne le verre GH du foyer EF, en sorte que les rayons qui partent par exemple du point F s'assemblent tout contre le verre IK, au lieu d'aller paralleles en sortant du verre GH, & lorsqu'on approche en même temps les deux verres IK, NO l'un de l'autre, en sorte que les rayons qui partent par exemple du point L, puissent aller paralleles en sortant du verre NO, &c.

Ils'ensuit de ce que nous venons de dire, 1<sup>o</sup> qu'il vaut mieux employer trois oculaires d'un même foyer, que de differens foyers. 2<sup>o</sup> Qu'il vaut mieux employer de bons oculaires & un objectif mediocre qu'un bon objectif avec des oculaires mediocre, ce que l'experience même nous apprend : car trois bons oculaires avec un objectif mediocre, font une bonne lunette, au lieu que trois oculaires mediocre & un bon objectif, n'en font qu'une méchante. 3<sup>o</sup> Qu'il vaut beaucoup mieux que l'oculaire, qui pourroit être inferieur en bonté aux deux autres, soit du côté de l'œil que du côté de l'objectif, ou dans le milieu des trois. 4<sup>o</sup> Qu'on peut mettre un diaphragme d'une tres-petite ouverture, comme ab dans le foyer commun des deux verres GH, IK. 5<sup>o</sup> Que si le deuxième oculaire IK est d'un plus petit foyer que les deux autres G H,

ART. XXX.  
Cinquième re-  
marque.

ART. XXXI.  
Plusieurs au-  
tres remar-  
ques touchant  
les lunettes à  
quatre verres.

Voyez les deux  
figures de la  
page 167.

Y ij

NO, que je suppose être tous deux d'un même foyer; la lunette approchera, & grossira moins que si cet oculaire IK étoit de même foyer que les autres, & au contraire. 6° Que si le premier oculaire GH est d'un plus petit foyer que les deux autres IK, NO, que je suppose être de même foyer, la lunette approchera & grossira plus que si cet oculaire GH étoit de même foyer que les deux autres, & au contraire. 7° Que la même chose arrivera si le dernier oculaire NO est d'un plus petit foyer que les deux autres GH, IK, que je suppose être de même foyer, &c.

**ART XXXII.**  
Description  
d'une lunette  
à trois verres  
& plusieurs  
remarques  
qu'on peut  
faire là dessus.

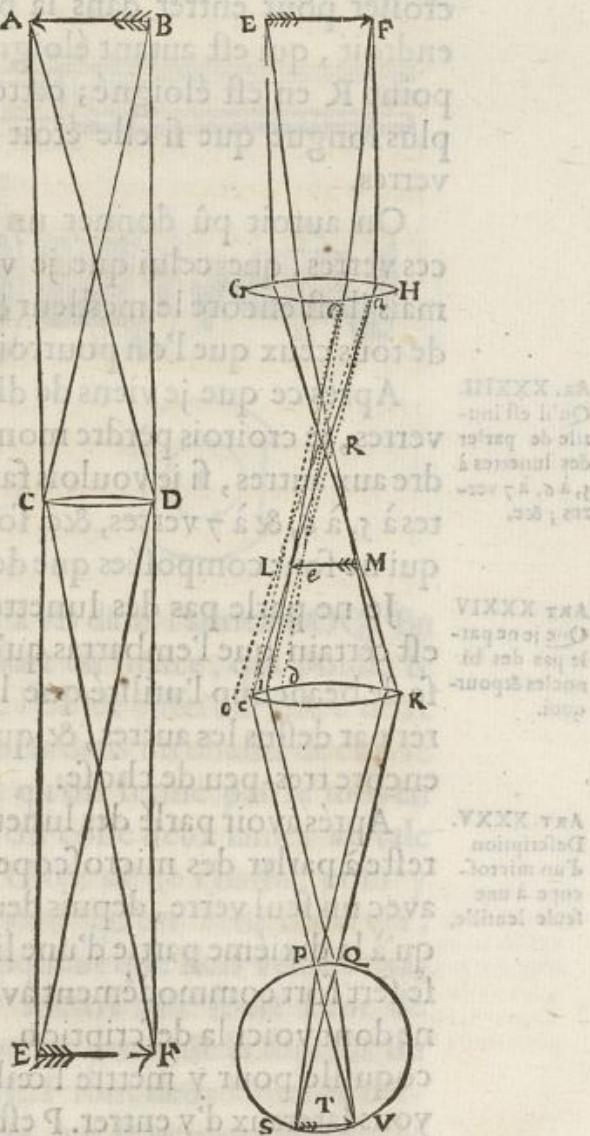
Examinons à présent une lunette à trois verres, & soit AB quelque objet éloigné; soit CD un verre objectif; soit EF l'endroit où se représente l'image de l'objet; soit GH le premier oculaire; soit CK le second oculaire; & soit enfin PQ la pru-nelle de l'œil T. Cela étant il faut que l'image EF soit éloignée du verre GH de deux fois son foyer, afin de pouvoir représenter une autre image en LM, à la même distance de ce verre.

Mais comme les rayons qui partent du point F auroient échapez au verre CK, s'ils étoient tombez sur l'extremité du verre GH, à cause qu'ils passent par le foyer de ce verre au point R, qui est deux fois plus proche du verre GH, que du verre CK, dont je suppose que les diamètres sont égaux; cette lunette ne peut pas découvrir tant d'objets à la fois, qu'une lunette à quatre verres, qui a des oculaires & un objectif d'une même qualité.

Après cela les rayons rouges, comme  $ai, bd$ , & les rayons bleus, comme  $bc, ao$  ne peuvent pas s'assembler au même point ; mais les rayons bleus s'assembleront au point  $L$ , & échaperont par consequent au verre  $cK$  ; & les rayons rouges s'assembleront au point  $e$ , & tomberont par consequent tous sur le verre  $cK$ , ce qui nous doit faire voir beaucoup de rouge vers les bords, principalement s'il y a beaucoup de rayons bleus qui échappent au verre  $cK$ .

Et enfin, parce que l'image  $E F$  de l'objet  $AB$  doit être éloignée du verre  $GH$  de deux fois le foyer de ce verre ; que les deux oculaires  $GH, cK$  doivent être éloignés l'un de l'autre de trois fois ce foyer,

Y iii



supposé que ces deux oculaires soient égaux; & que les rayons qui se croisent en R, ne se peuvent plus croiser pour entrer dans la prunelle PQ qu'à un endroit, qui est autant éloigné du verre cK que le point R en est éloigné; cette lunette sera encore plus longue que si elle étoit composée de quatre verres.

On auroit pu donner un autre arrangement à ces verres, que celui que je viens de leur donner; mais il est encore le meilleur & le plus avantageux de tous ceux que l'on pourroit s'imaginer.

ART. XXXIII.  
Qu'il est inutile de parler des lunettes à 5, à 6, à 7 verres, &c.

Après ce que je viens de dire des lunettes à trois verres, je croirois perdre mon temps & le faire perdre aux autres, si je voulois faire voir que les lunettes à 5, à 6, & à 7 verres, &c. sont inferieures à celles qui ne sont composées que de quatre verres.

ART XXXIV  
Que je ne parle pas des binocles & pour quoi.

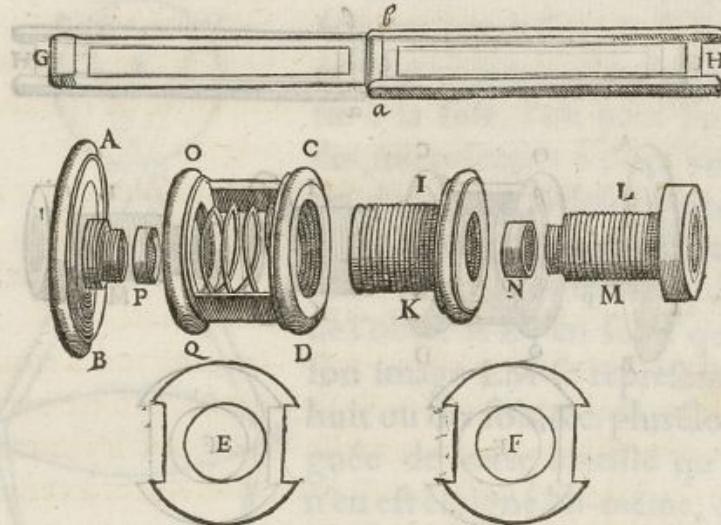
Je ne parle pas des lunettes binocles, puisqu'il est certain que l'embarras qu'elles causent, surpassé de beaucoup l'utilité que l'on en pourroit espérer par dessus les autres, & qui dans le fond seroit encore très-peu de chose.

ART. XXXV.  
Description d'un microscope à une seule lentille.

Après avoir parlé des lunettes d'approche, il me reste à parler des microscopes. Les meilleurs sont avec un seul verre, depuis deux ou trois lignes jusqu'à la dixième partie d'une ligne de foyer, dont on se sert fort commodément avec l'aide d'une machine dont voici la description. AB est une espece de coquille pour y mettre l'œil, & empêcher les rayons latéraux d'y entrer. P est une boîte où se met la lentille encastrée entre deux lames d'argent, &

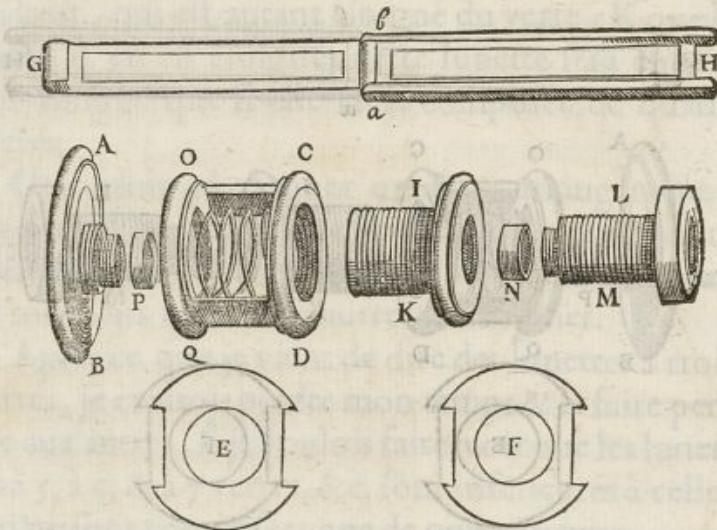
iii Y

qui va à vis sur la coquille AB. OC, QD sont deux piliers qui soutiennent les deux anneaux CD, OQ.



La coquille AB entre à vis dans l'anneau OQ. En dedans se voit un ressort en helice, qui pousse & éloigne de la lentille, l'objet enfermé entre deux lames de talc, que je mets dans un châssis de cuivre GH, qu'on ouvre & qu'on ferme par le moyen d'une charniere ab. L'on colle deux lames de talc sur l'un & l'autre des côtéz de ce châssis, pour y enfermer un objet vivant qu'on veut observer ; mais si c'est quelque liqueur que l'on veuille examiner, on n'a qu'à y mettre une seule lame de talc, & là-dessus une petite goutte de la liqueur du côté de l'anneau CD. E, F sont deux lames de cuivre extrêmement minces, qui se peuvent haussier & baisser le long des piliers OC, QD, & qui servent

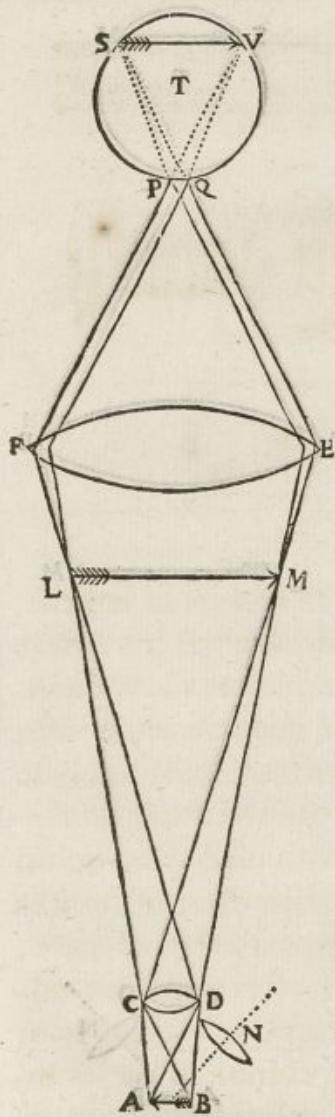
176 ESSAY DE DIOPTRIQUE.  
à couler entre deux le châssis GH qui tient l'objet.  
IK est un petit tuyau qui tourne à vis dans l'anneau



CD, & qui pousse le châssis GH vers la lentille.  
LM est un autre petit tuyau qui tourne à vis dans  
le tuyau IK, & sur le bout duquel on tourne à vis  
une boîte N, où l'on met une grosse lentille, afin  
de pouvoir éclairer l'objet plus ou moins selon le  
besoin.

ART. XXXVI  
Les défauts  
des ces micro-  
scopes, & pour  
quel objets  
ils peuvent le  
plus servir. Ces microscopes ont cela d'incommode, qu'on  
n'y voit qu'une très-petite partie d'un objet à la  
fois, & qu'on ne le peut éclairer que par derrière,  
& au travers de son épaisseur, en sorte que ces mi-  
croscopes ne peuvent guères être d'usage que pour  
les objets extrêmement petits, comme sont les in-  
sectes que l'on voit nager dans les eaux croupies,  
dans la semence des animaux, &c. ou pour des ob-  
jets

jets presque transparens, comme un pou, une petite punaise, &c.



point M, comme la distance du point A au verre

Z

Sil'on veut voir des objets  
éclairez par dessus, & si l'on  
en veut voir une grande par-  
tie à la fois, l'on peut faire  
des microscopes à deux ver-  
res, dont voici la description.

AR.XXXVII.  
Description  
d'un micro-  
scope à deux  
verres.

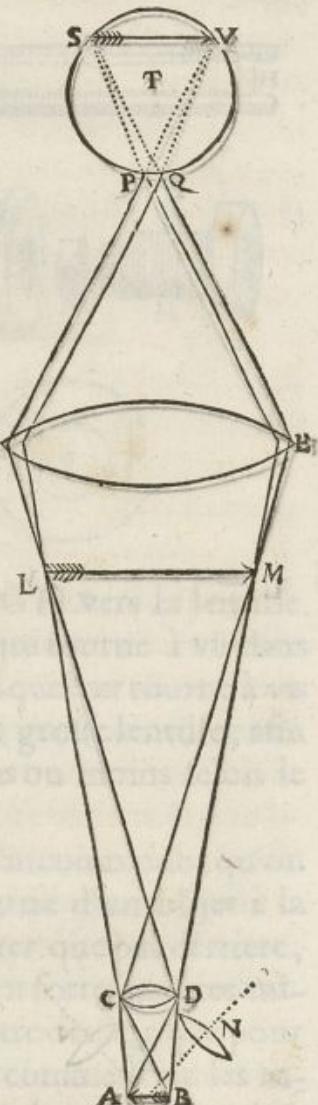
Soit A B quelque objet ;  
soit CD une lentille éloignée  
de l'objet A B , en sorte que  
son image LM se représente  
huit ou dix fois, &c. plusélo-  
ignée de cette lentille qu'il  
n'en est éloigné lui-même, &  
par consequent autant de  
fois augmentée ; soit E F un  
verre oculaire , éloigné de  
cette image de la distance de  
son foyer ; & soit enfin P Q  
la prunelle de l'œil T. Cela  
étant, les rayons qui partent  
du point A se réuniront au  
point M, après avoir traver-  
ssé le verre C D , & ce point  
sera éloigné du verre C D , en  
sorte que la distance qu'il y a  
de ce verre à son foyer, soit  
à la distance de ce verre au

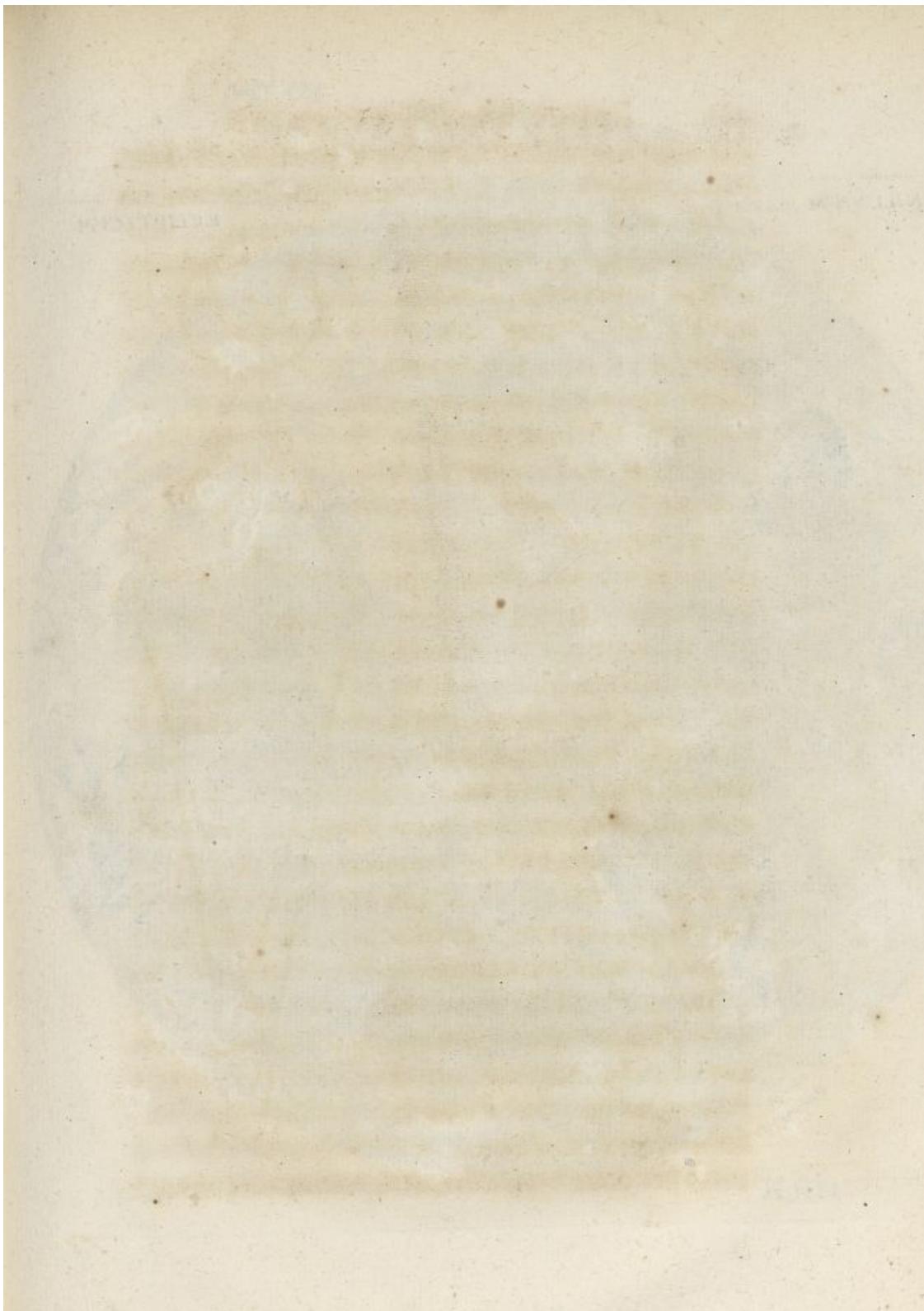
CD moins la distance du foyer au verre, est à la distance du point A au verre.

Or les rayons qui partent du point M deviendront parallèles, après avoir traversé le verre EF, parce que le point M est dans son foyer. Et comme tous les rayons qui partent de quelque point de l'objet AB, se croisent dans le verre CD, avec d'autres qui partent de quelque autre point dans cet objet; ils se croiseront encore après avoir traversé le verre EF en sorte que la distance qu'il y a de ce verre à son foyer LM, soit à la distance de ce verre à l'endroit où ils se croisent pour entrer dans la prunelle, comme la distance qu'il y a du verre CD à l'endroit LM qui est le foyer du verre EF, est à la distance qu'il y a entre les deux verres CD, EF.

Si l'objet AB n'étoit pas assez éclairé, on le pourroit suffisamment éclairer en le mettant plus ou moins dans le foyer d'un verre convexe, comme N.

AR.XXXVIII  
Comment on peut éclairer un objet qui n'est pas suffisamment éclairé.







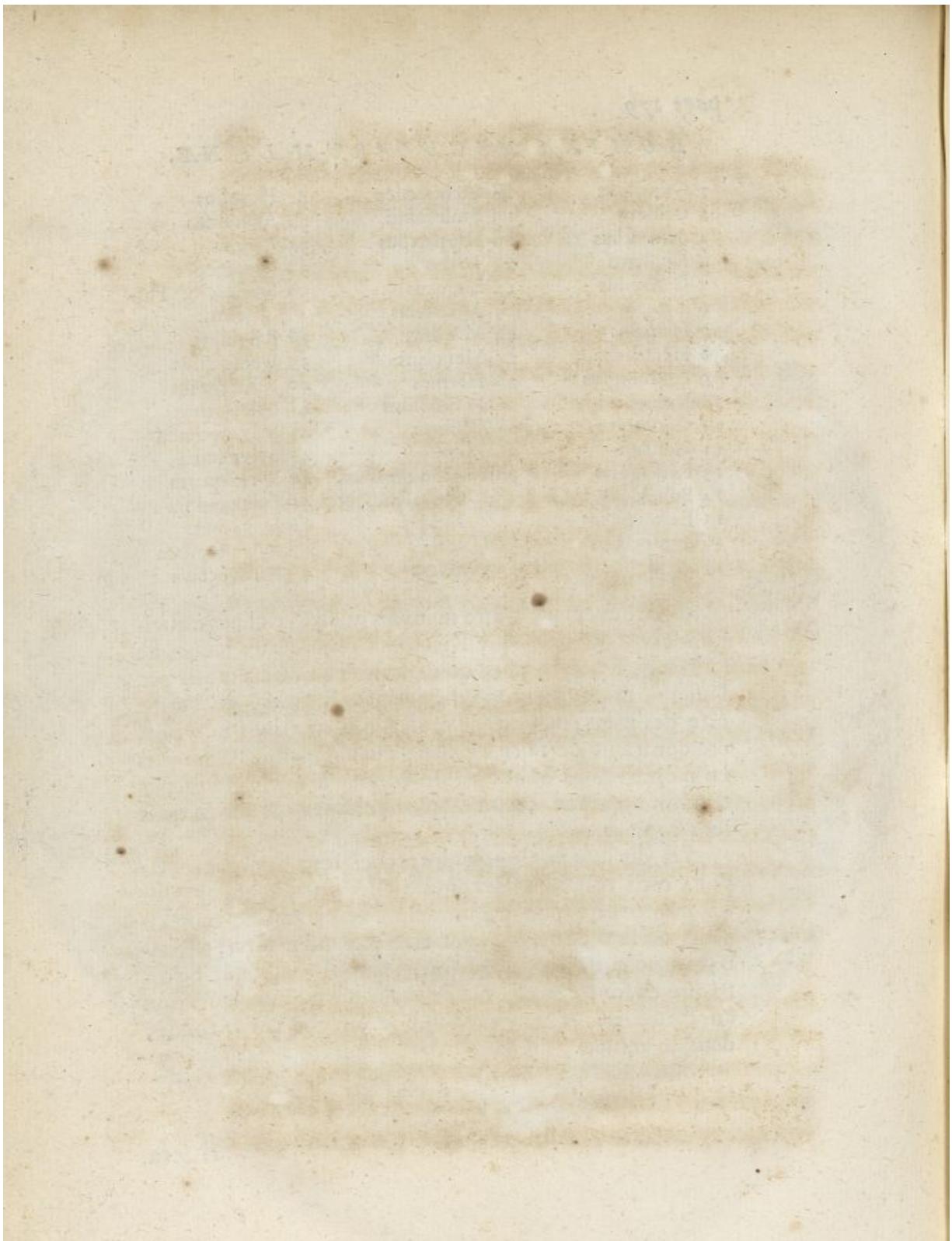
## NOMINA MACULARUM LUNÆ.

1 Grimaldus	18 Archimedes	33 Hevelius
2 Galileus	19 Ptolemæus	34 Alphonsus
3 Aristarchus	20 Hipparchus	35 Proclus
4 Keplerus	21 Tycho	36 Cleomedes
5 Gassendus	22 Eudoxus	37 Snellius & Fur-
6 Thales	23 Aristoteles	nerius.
7 Harpalus	24 Manilius	38 Ricciolus
8 Heraclides	25 Menelaus	39 Democritus
9 Lansbergius	26 Hermes	40 Albategnius
10 Reinoldus	27 Posidonius	41 Sylva prima
11 Copernicus	28 Cassinus	42 Sylva secunda
12 Helicon	29 Plinius	43 Sylva tertia
13 Pythagoras	30 Regiomontanus,	44 Sylva quarta
14 Bulialdus	Purbachius, &	45 Sylva quinta
15 Eratosthenes	Metius	46 Sylva sexta
16 Timocharis	31 Cartesius	47 Sylva septima
17 Plato	32 Neperus	48 Sylva octava

On trouvera peut-être mauvais que j'aye changé quelques noms de ceux que Riccioli a donné aux taches de la Lune, d'autant plus qu'ils semblent déjà établis par l'usage ; mais comme je dis que les endroits, qu'il croit être des mers, ne sont, ce me semble, que des forêts, j'ai été contraint de faire ce petit changement, & j'ai pris en même temps la liberté de donner à quelques taches des noms qui me semblent plus célèbres que ceux qu'il leur avoit donné.

J'ai dit que la plûpart des taches sont des especes de puits tout ronds ; mais comme elles ont beaucoup plus de largeur que de profondeur, & qu'ainsi le mot de puits ne leur convient peut-être pas assez bien, entraînant une autre idée avec soi ; j'aurois mieux fait de dire que ce sont des especes de bassins avec une élévation en forme de dôme, ou d'une montagne toute ronde, dans le milieu.

Il fera



Il sera nécessaire de mettre un diaphragme au foyer du verre EF : c'est-à-dire en LM par la même raison que nous avons fait voir, qu'il est nécessaire de mettre des diaphragmes dans les lunettes d'approche ; & cela même fait voir que le troisième verre, que l'on met ordinairement entre les deux autres pour découvrir un grand champ, y est tout-à-fait inutile pour cela.

ART. XXXIX  
Qu'il est nécessaire de mettre un diaphragme dans un microscope à deux verres, & ce qu'on en peut conclure.

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

*Des observations faites avec des lunettes d'approche, & avec des microscopes.*

**L**ORSQU'ON regarde la lune avec une lunette de 36 pieds, dont l'ouverture & l'oculaire ont trois pouces ; il est évident par ce que nous avons déjà dit, que l'on y doit voir un objet de 14000 pieds de diamètre environ sous un angle de 6 min. Et toute la lune nous doit paraître à peu près comme cette figure la représente.

21 Est une tache, à laquelle Riccioli a donné le nom de Tycho. C'est une espece de puits tout rond, d'une profondeur extrême, & d'une très grande largeur. Il y a dans le milieu de son fond une élévation qui passe en hauteur ses bords, & qui nous paraît en forme de dôme. L'on voit depuis le bord de ce puits, plusieurs traits blancs & illuminés, dont la plupart s'étendent jusqu'à d'autres puits d'une

ART. I.  
Qu'un objet dans la lune qui a 14000 pieds de diamètre, se voit sous un angle de 6 min, avec une lunette de 36 pieds, & dont l'oculaire a 3 pouces.  
ART. II.  
Description d'une tache, à laquelle Riccioli a donné le nom de Tycho.

Z ij

semblable construction ; mais dont la largeur & la profondeur sont beaucoup moindres. Quelques-uns de ces puits paroissent n'avoir point de dôme.

**A R T. III.**  
Qu'il y a apparence que cette tache, & la plupart des autres, sont des especes de villes.

L'on peut supposer que les habitans de la lune, s'il y en a, ont creusé ce puits pour s'y garentir de l'ardeur du soleil, pendant leurs jours d'un demi-mois chacun, & qu'ils ont élevé le dôme à la hauteur dont nous le voyons, de ce qu'ils ont tiré de ce puits en le creusant. Et si les conjectures peuvent avoir ici quelque lieu, l'on peut croire qu'ils ont creusé dans ce dôme & dans la circonference de ce puits, des cavernes & des trous, à peu près comme font nos lapins, pour s'y cacher & pour s'y garentir du froid pendant leurs longues nuits d'un demi-mois chacune, de sorte que tous les puits que l'on découvre dans la lune, étant leurs habitations ordinaires, ne seroient que des especes de villes.

**A R T. IV.**  
Que la tache de Tycho est la ville capitale de toutes celles qui sont situées autour.

Or cela étant, l'on pourroit croire que ces traits blancs & illuminez qui vont de cette ville, dont nous venons de faire la description, à d'autres qui sont situées autour, ne sont que de grands chemins aplani par ces habitans ; & que peut être cette ville est la capitale de toutes les autres.

**A R T. V.**  
Que les taches 4, 11, &c. sont aussi des villes capitales.

L'on peut encore supposer la même chose des taches, 4, 11, & de quelques autres.

**A R T. VI.**  
Que les parties obscures ne sont pas des mers comme on a cru ; mais plutôt de grandes forêts.

Pour ce qui est des parties obscures & que l'on croit communément être des mers, je croirois plus volontiers que ce ne sont que de grands bois : car lorsqu'on les observe avec des lunettes de 100 & de 200 pieds, on y voit une infinité de très-petits en-

droits illuminez , principalement lorsque le soleil donne perpendiculairement dessus ; & ce n'est sans doute autre chose que des endroits où il n'y a ni arbres ni plantes , & qui étant peut-être un peu sablonneux , reflechissent beaucoup mieux la lumiere que ne font les feüillages . Au reste comme l'on observe qu'un côté de ces parties obscures est plus lumineux qu'un autre ; que le milieu est plus lumineux que les bords , ou les bords plus que le milieu , &c. il n'y a point d'apparence que ces parties obscures soient desmers qui seroient également éclairées par tout.

L'on y voit outre cela des grands rochers escarpéz dont l'ombre s'étend assez loin sur la campagne de la lune , & se racourcit à mesure que le soleil s'y élève .

Pour ce qui est des fleuves , il semble qu'on y en découvre trois ou quatre ; mais comme ils doivent avoir 14000 pieds de largeur pour être vus sous un angle de 6 min. par une lunette de 36 pieds , ils ne peuvent pas être visibles , à moins que d'avoir une largeur extrême .

J'ai un verre objectif de près de 600 pieds de foyer , que j'ai fait exprés pour observer la lune : car pour ce qui est des autres planettes , c'est tout ce qu'on peut faire que de les bien observer avec un verre de 200 pieds .

Je donnerai à ce verre de 600 pieds une ouverture d'un pied , & pareillement un oculaire d'un pied , afin de pouvoir reconnoître dans la lune un objet

ART. VII.  
Qu'il y a des  
rochers dans  
la lune.

ART. VIII.  
Que les fleu-  
ves , qu'il sem-  
ble qu'on y  
découvre ,  
ne peuvent  
pas être visi-  
bles , à moins  
d'avoir une  
tres grande  
largeur .

ART. IX.  
Que j'ai fait,  
un verre de  
600 pieds  
pour observer  
la lune.

ART. X.  
Que je don-  
nerai à ce ver-  
re une ouver-  
ture & un o-

culaire d'un pied pour reconnoître dans la lune un objet de 3500 pieds de diamètre sous un angle de 6 min.

de 3500 pieds de diamètre, sous un angle de 6 min. & je crois qu'il ne faut pas esperer d'aller guéres plus loin, à cause de l'incommodeité & de l'embaras à quoi ces grandes lunettes sont sujettes par le mouvement rapide de l'astre.

A R T. XI.  
Que je ferai une carte de la lune, lorsque j'aurai trouvé la commodité de me servir de ce verre.

Lorsque j'aurai trouvé la commodité de me servir de ce verre, je tâcherai de faire une carte exacte de la lune & de tout ce qu'on y découvre de plus remarquable, afin que la posterité puisse connoître s'il y arrive quelque changement considérable.

A R T. XII.  
Ce qu'on observe à l'égard des deux planètes Venus & Mercure.

L'on voit les deux planètes Venus & Mercure changer de phases comme la lune, & augmenter, ou diminuer de grandeur apparente, suivant leurs diverses positions avec le soleil & la terre.

A R T. XIII.  
Que la planète de Mars pa- roît rougeâtre, & pour- quoi.

On observe la planète de Mars toujours trou- ble & d'une couleur rougeâtre, d'où l'on peut conjecturer qu'il y a toujours autour de cette planète beaucoup de brouillards & de nuages, au travers desquels les rayons de lumière passant & repassant, nous la font paroître avec cette couleur rouge & sans distinction.

A R T. XIV.  
Qu'il tourne en 24 heures 30 min. sur son axe.

On découvre quelques taches dans son disque, à peu près comme l'on en découvre dans la lune, qui nous font connoître qu'elle tourne environ en 24 heures 30 min. autour de son axe.

A R T. XV.  
Qu'il y a plusieurs bandes claires & obscures dans la planète de Jupiter.

Pour ce qui est de la planète de Jupiter, l'on voit plusieurs bandes claires & obscures dans son disque, qui s'y étendent d'Orient en Occident, & qui sont pour la plupart parallèles les unes aux autres : je dis pour la plupart, puisqu'on en voit quel-

quefois d'obscures, qui sont assez obliques, & qui passant au travers d'une bande claire, se terminent de côté & d'autre à une bande obscure.

Quelques-unes de ces bandes environnent tout le globe de cette planète, & d'autres étant interrompus, ne s'étendent qu'à une partie de sa circonference, & la plûpart sont sujettes à des variations continues, principalement les obliques.

L'on y découvre outre ces bandes, des taches claires dans les bandes obscures, & des taches obscures dans les bandes claires, qui sont pareillement sujettes à des changemens continuels, principalement les taches claires que l'on découvre dans les bandes obscures ; & ces taches nous font voir que cette planète tourne en moins de dix heures autour de son axe.

Pour ce qui est des satellites de Jupiter, on voit qu'ils jettent leurs ombres sur le disque de cette planète, & qu'ils s'éclipsent en passant au travers de son ombre.

Le premier fait sa révolution en un jour 18 heures & 29 min. Le second en 3 jours, 13 heures & 19 min. Le troisième en 7 jours & 4 heures ; & le quatrième en 16 jours, 18 heures & 5 min.

Et comme ils paroissent quelquefois plus, & quelquefois moins grands, & même qu'ils paroissent plus petits que leurs ombres qu'ils jettent sur le disque de Jupiter, il y a bien de l'apparence qu'il y a des taches sur leurs disques, comme il y en a sur le disque de la lune, & qu'ainsi ils nous paroissent

ART. XVI.  
Qu'il y a outre ces bandes plusieurs taches claires & obscures dans cette planète.

ART. XVII.  
Qu'elle est accompagnée de 4 satellites, & comment ils font leur révolution.

ART. XVIII.  
Pourquoi ces satellites paroissent quelquefois plus, & quelquefois moins grands.

plus ou moins grands, selon qu'ils tournent plus ou moins vers nous leurs parties obscures ou lumineuses.

**A R T. XI X.**  
Que ces satel-  
lites ne tour-  
nent pas au-  
tour de leurs  
axes.

Au reste l'on peut croire que ces satellites ne tournent pas autour de leurs axes, non plus que la lune ne tourne pas autour du sien, parce que l'on observe que les mêmes apparences arrivent toujours dans les mêmes parties de leurs orbites.

**A R T. XX.**  
Que le globe  
de Jupiter est  
semblable au  
globe de la  
terre.

L'on peut supposer que le globe de Jupiter est semblable à celui que nous habitons ; que les bandes obscures ne sont que des mers ; que les taches claires que l'on y voit ne sont que des îles qui se rencontrent dans ces mers ; que les interstices clairs ne sont que des terres ; & enfin que les taches obscures ne sont que de grands lacs ou des inondations dans ces terres, ou bien de grandes forêts, si ces taches sont constantes, &c.

**A R T. XXI.**  
Qu'il y a sur  
la terre des  
courants d'eau  
& des vents,  
qui vont con-  
tinuellement  
d'Orient en  
Occident, &  
pourquoi.

L'on apperçoit sur notre globe qu'il y a des vents & des courants d'eau qui vont continuellement d'Orient en Occident, à moins qu'ils n'en soient détournez par quelque cause étrangère, comme par des rayons du soleil, ou par quelque corps qui s'oppose à leur passage. Or il est vrai-semblable que cela n'arrive que parce que la terre tournant en 24 heures autour de son axe d'Occident en Orient, laisse l'air & les eaux un peu en arrière, à cause que ces deux corps ne peuvent pas si bien suivre ce mouvement.

**A R T. XXII.**  
Que ces cou-  
rants doivent

Et comme un point qui est par exemple dans l'équateur de Jupiter, se meut environ avec 25 fois plus

plus de vitesse qu'un point qui est dans l'équateur de la terre, parce que la circonference de Jupiter est environ  $10\frac{1}{2}$  fois plus grande que celle de la terre, & que cette planète tourne environ avec  $2\frac{1}{2}$  fois

être beaucoup plus forts dans le globe de Jupiter que sur la terre, & pourquoi.

plus de vitesse autour de son axe, que la terre ne tourne autour du sien ; que ses quatre satellites sont des lunes beaucoup plus grandes que la nôtre & beaucoup plus proche de cette planète que la lune n'est de la terre ; & que selon toutes les apparences, son équateur ne decline guères de son écliptique : il est à croire que le vent & les courants d'eau y sont peut-être 100 fois plus grands que ceux qui sont sur la terre ; & que les flux & reflux & les inondations qu'ils produisent y sont aussi sans doute beaucoup plus considérables que les nôtres.

Or comme l'expérience nous apprend que les courants d'eau font de terribles changemens sur la terre ; qu'ils emportent des îles d'un endroit qu'ils forment dans un autre ; qu'ils font de nouveaux lits & cherchent de nouveaux passages ; nous ne serons pas surpris de voir des variations continues dans la plupart des bandes & des taches de Jupiter, & que la plupart des bandes sont pour ainsi dire parallèles les unes aux autres, principalement s'il étoit vrai comme cela se pourroit, & comme on le pourroit conjecturer de la lumiere éclatante que cette planète refléchit vers nous, qu'au lieu de rochers & de terre semblable à celle que nous cultivons, il n'y auroit pour la plupart qu'un sable luisant

ART. XXIII.  
Qu'il en doit arriver des changemens continuels dans le globe de Jupiter.

A a

& facile à être remué, à peu près comme celui de nos dunes au bord de la mer.

## ART. XXIV.

Que les Astronomes de ce siècle ont été fort surpris de voir autour de Saturne un anneau mince & plat, qui se perd entièrement de vue, lorsqu'il présente son côté plat, ce qui lui arrive de 15 en 15 années.

Rien n'a tant surpris les Astronomes de ce siècle, que de voir le globe de Saturne entouré d'une espèce d'anneau plat & mince, dont les phases varient insensiblement chaque jour, en sorte que s'il nous présente en un certain temps l'un de ses côtés plats avec la moindre obliquité, & le plus ouvement qu'il se peut, il nous présente environ 7 ans &  $\frac{1}{2}$  après, son côté tranchant, si on le peut appeler ainsi, ce qui le rend tout-à-fait invisible, environ 7 ans &  $\frac{1}{2}$  après l'autre côté plat, avec la moindre obliquité, & environ 7 ans &  $\frac{1}{2}$  après le même côté tranchant, & ainsi de suite.

Quand je parle des côtés plats de l'anneau, il ne faut pas entendre que ces côtés soient parfaitement plats ; car puisque l'on observe qu'il y en a toujours une partie plus éclairée que l'autre, c'est-à-dire celle qui est en deçà du corps de Saturne, il y a beaucoup d'apparence que ces côtés sont un peu convexes ; & qu'ainsi les rayons de lumière tombant plus perpendiculairement sur le côté qui est en deçà, que sur celui qui est au delà du corps de Saturne, éclairent plus le premier que le dernier.

## ART. XXV.

Qu'il y a autre cet anneau cinq satellites, qui font leur révolution autour de cette planète.

On ne trouve pas seulement cette planète entourée de cet anneau, mais encore de cinq satellites, dont le premier fait sa révolution en 1 jour, 21 heures & 19 min. le second en 2 jours, 17 heures & 43 min. le troisième en 4 jours, 12 heures & 27 min. le quatrième en 15 jours, 23 heures & 15 min.

& le cinquième en 79 jours & 21 heures.

Et comme l'on observe ici de même que dans Jupiter, que ses satellites sont quelquefois plus, & quelquefois moins grands, & même que le dernier s'éclipse tout-à-fait pendant quelque espace de temps ; l'on peut encore conclure que leur grandeur apparente ne change que parce qu'ils tournent plus ou moins vers nous leurs parties obscures ou lumineuses ; & comme les mêmes apparences arrivent toujours dans les mêmes parties de leurs orbes ; on peut juger qu'ils ne tournent pas autour de leurs axes, non plus que la lune ne tourne pas autour du sien.

Et comme ce dernier satellite, qui s'éclipse tout-à-fait, demeure dans chaque révolution de 79 jours 21 heures, plus d'un mois invisible, & que cela lui arrive lorsqu'ayant passé la conjonction dans la partie supérieure de son orbe, il commence à descendre vers la partie inférieure, en approchant plus vers la terre ; l'on peut supposer que le côté de ce satellite qui est alors tourné vers nous, n'est autre chose que des eaux, qui ne refléchissent pas si bien la lumière, que les terres qui sont à l'autre côté ; & qui étant plus légères que ces terres, font que ce satellite ne peut pas tourner autour de son axe ; mais qu'il se tienne dirigé avec sa partie la plus pesante en bas vers le globe de Saturne, à peu près comme un volant qui voltige dans l'air ; & ceci nous donne lieu de conjecturer la même chose de la lune.

L'on observe que le globe de Saturne jette son

ART. XXVI.  
Que ces satellites se voient quelquefois plus, quelquefois moins grands, & qu'il y en a un qui se cache entièrement pendant un certain temps, & pourquoi.

ART. XXVII.  
Pourquoi le dernier satellite de Saturne demeure dans chaque révolution plus d'un mois invisible, & pourquoi la lune ne tourne pas autour de son axe.

XXX. 78A

ART. XXVIII.  
Que Saturne

A a ij

ART. XXVIII. jette son ombre sur l'anneau , & que cet anneau jette la sienne sur le globe de Saturne , ce qui est un argument invincible que ce sont deux corps opaques.

ART. XXIX. Il n'y a rien que je fçache qui nous puisse faire voir clairement que le globe de Saturne tourne autour de son axe , comme celui de Jupiter tourne autour du sien , & que son anneau fait des revolutions comme ses satellites ; mais il n'y a rien de plus vraisemblable , non seulement parce qu'on voit que les autres planetes tournent autour de leurs axes ; mais parce qu'il n'y a nulle apparence qu'ils puissent demeurer en repos dans le centre de cinq orbes , dans chacun desquels un assez grand corps achieve sa revolution avec une vîtesse tres-grande.

ART. XXX.  
Ce qui doit arriver si Saturne tourne sur son axe , & l'anneau autour de Saturne.

Or si l'on suppose qu'il tourne avec son anneau autour de son axe ; il est évident que cet anneau ne peut être guére éloigné de son équateur , & il est probable que la cause de la variation des phases de cet anneau , vient de ce que l'axe de Saturne qui coupe l'orbe dans lequel il fait sa revolution dans l'espace d'environ 30 ans , avec un angle qui est plus grand que de 30 degrez , est toujours dirigé vers les mêmes parties du ciel pendant qu'il fait sa revolution dans son orbe , par la même raison que l'axe de la terre y est dirigé pendant qu'elle fait sa revolution annuelle.

ART. XXXI.  
Ce qui devroit arriver s'il y avoit de l'eau sur le côté tranchant de l'anneau.

Si l'on suppose à present que l'anneau de Saturne fait sa revolution avec une vîtesse proportionnée à celle avec laquelle ses satellites font leurs revolutions , & si le dessus de l'anneau , ou ce que nous

avons appellé son côté mince, ou tranchant, étoit formé d'une espece de terre & d'eau ; il est indubitable que l'eau y creuseroit dans le milieu, comme une espece de fossé, & qu'ainsi ce côté tranchant nous devroit paroître lumineux de deux côtes, avec une bande obscure dans le milieu, si nous avions des lunettes assez longues pour le découvrir.

Il y a 50 ou 60 ans qu'on n'observoit presque ja- ART. XXXII.  
mais le Soleil sans y trouver quelques taches : c'est-  
à-dire, quelques corps opaques, qui flottant sur sa  
surface, nous déroboient une partie de sa lumiere ;  
mais à présent elles sont devenuës si rares, qu'il se  
passe quelquefois deux ou trois ans, sans qu'il en  
paroisse aucune.

Qu'on obser-  
ve des taches  
dans le Soleil,  
mais qu'elles  
sont rares à  
présent.

On peut ce me semble juger de là qu'elles pour- ART. XXXIII.  
roient un jour devenir assez nombreuses, pour cou-  
vrir toute la surface du Soleil, ou du moins la plus  
grande partie, comme il semble être déjà arrivé : car  
Plutarque & plusieurs Historiens dignes de foi, nous  
disent que cet astre eût une si foible & si triste lu-  
miere la premiere année du regne d'Auguste, qu'on  
pouvoit le regarder sans se blesser les yeux, & que  
la plûpart des fruits ne purent pas venir à leur juste  
maturité. Et Kepler nous dit que l'année 1547 le So-  
leil parut ainsi à tout la terre, depuis le 24 jusqu'au  
28 d'Avril, avec une couleur rougeâtre, comme  
quand on le regarde au travers de quelque broüil-  
lard.

Qu'il pour-  
roit arriver  
qu'elles cou-  
vrirroient tou-  
te la surface  
du Soleil.

Ce que l'on observe de plus remarquable tou- ART. XXXIV.  
chant ces taches, est qu'elles ne gardent aucune fi-  
ches.

A a iij

gure particulière ; que la plupart se trouvent entourées d'un atmosphère en forme de nuage ou de fumée , où elles se font voir à peu près comme l'on voit le noyau dans une comète ; qu'il y en a qui ne paroissent être qu'un simple nuage ou fumée , sans aucun noyau dans leur centre ; qu'il semble qu'elles flottent immédiatement sur la surface du Soleil , comme l'on voit flotter l'écume sur quelque liqueur qui commence à bouillir : car elles employent pour aller d'un bord à l'autre , la moitié du temps qu'elles employent pour faire une révolution entière ; qu'elles sont toutes sujettes à des changemens continuels , tant à l'égard de leur figure , qu'à l'égard de leur grandeur , & qu'elles paroissent & disparaissent en très-peu de temps , principalement celles qui ne semblent être que de la fumée ; qu'elles tournent autour du Soleil environ en 25 jours , c'est-à-dire , à l'égard des étoiles fixes : car c'est environ en 27 jours qu'elles tournent autour de cet astre , à l'égard de l'apparence faite à la terre ; mais qu'il arrive rarement qu'elles fassent une révolution entière ; qu'elles tournent autour du Soleil parallèlement à son équateur propre , qui decline du plan de l'écliptique d'environ 7 degrés , & qui le coupe vers les dix degrés des Gémeaux , où est son nœud ascendant , & vers les dix degrés du Sagittaire , où est son nœud descendant ; & enfin qu'à l'endroit du Soleil , où son feu a gagné & consumé quelque tache , il paroît une lumière plus vive & plus éclatante que celle que l'on observe dans le reste de sa sur-

face , en sorte qu'il semble qu'une flamme extraordinairement claire ait succédé à sa place , comme il arrive quand on a jetté quelque matière combustible dans le feu .

Ces observations , & principalement la dernière , nous peuvent mener aux conjectures suivantes ; sçavoir , que le Soleil n'est qu'un très-grand amas du premier élément , ou d'un feu presque semblable à celui que nous voyons ici bas ; que ce feu a continuellement besoin de nourriture , qu'il prend sans cesse de l'air qui l'environne & qui est peut-être rempli de salpêtre & d'autre matière combustible , de même que celui que nous respirons ; que toute la surface du Soleil est toujours entourée d'une espèce de fumée assez légère qui s'éloigne continuellement de son centre , par la même raison que la fumée de notre feu s'éloigne du centre de la terre .

Cela étant l'on en pourroit conclure , que cette fumée doit descendre derechef vers le Soleil , lorsque plusieurs de ses petites parties se sont conglomerées & devenuës par consequent assez pesantes pour y pouvoir retourner , & servir de nouvelle nourriture à cet astre ; que cette fumée sortant sans cesse de tous les côtés du Soleil , ne peut pas faire beaucoup de chemin sans être poussée vers son équateur , où la matière etherée a plus de mouvement que vers ses pôles ; que cette fumée si elle s'éloigne assez du Soleil pour que les rayons de cet astre qui la rencontrent , s'en puissent réfléchir vers nous , doit paroître comme une espèce de lumière

ART. XXXV.  
Quelles conjectures on peut tirer de ces observations :

ART. XXXVI.  
Quelles conclusions l'on pourroit tirer de ces conjectures supposé qu'elles fussent vraies.

semblable à celle que l'on commence à observer vers l'ecliptique, ou entre l'ecliptique & l'équateur du Soleil, & à quoi il semble que les Anciens n'ont jamais pris garde, supposé qu'elle ait toujours paru plus ou moins, comme il est assez vrai-semblable; & enfin que cette fumée, en s'éloignant du Soleil en un peloton, assez gros & assez épais pour se tenir quelque temps en état sans se dissiper considérablement, nous pourroit faire voir dans le ciel des croix, des épées, des batailles, & mille autres choses, suivant que le hazard disposeroit differemment les parties de cette fumée, comme il arrive lorsqu'il semble qu'on découvre ces choses dans les nuées.

On trouve dans les Histoires plusieurs observations de ces sortes de lumières, dont voici quelques-unes. Charimander au rapport de Seneque dans le commencement du septième livre des Questions naturelles, dit qu'Anaxagoras avoit observé une grande & extraordinaire lumière, qui parut pendant plusieurs jours, de la grandeur d'une longue poutre; & Seneque dit lui-même que Callisthène avoit observé une semblable lumière en forme d'un feu étendu en long, avant que les deux célèbres villes d'Achæe, Helice & Buris fussent submergées.

Le 10 de Mars 1668 il parut un sentier de lumière, semblable à la queue d'une comète, qui occupoit l'espace de 30 degrés en longueur, & un peu plus d'un degré en largeur. Elle alloit par un mouvement particulier vers l'Orient, & vers le Septentrion, & passa pendant l'espace de neuf jours par diverses

diverses étoiles du fleuve Eridan, dont elle n'empêche pas la veue.

Tout ce que nous venons de dire des taches du Soleil ne peut être entendu que de celles qui paroissent flotter immédiatement sur sa surface, & qui ne peuvent avoir guères d'épaisseur, puisqu'on les voit s'étreindre à mesure qu'elles s'approchent de ses bords.

Mais s'il arrive qu'une masse assez considérable de la matière du second élément, s'assemble dans le corps du Soleil ; elles y formeront une espèce de globe, à cause qu'elle y sera également pressée de toutes parts. Or si ce globe, qui pourroit égaler, & même surpasser quelquefois toute la terre en grandeur, est poussé hors du Soleil ; il s'en éloignera avec d'autant plus de rapidité, qu'il sera plus léger que la matière étherée qui le doit recevoir ; & continuera sa route jusqu'à ce qu'ayant passé bien au delà de l'endroit de son équilibre, il soit obligé de retourner vers cet astre, avec la même rapidité qu'il en étoit parti, & de s'y plonger de nouveau. Et si ce globe est assez léger pour s'avancer jusqu'au chemin de Mars ou de Jupiter, ou plus loin, en sorte que les rayons du Soleil qui le rencontrent pendant qu'il passe par l'hémisphère où est la terre, se puissent réfléchir vers nous ; il est manifeste que ce globe paroîtra décrire dans le ciel un arc d'un grand cercle, ou du moins un arc qui s'en approche de fort près.

Et comme ce globe en sortant ainsi du Soleil

A R T. XL.  
Que ce globe

B b

A.XXXVIII.  
Que les taches du Soleil n'ont guères d'épaisseur, & d'où on le peut connoître.

A.R. XXXIX.  
Qu'un globe plus grand que toute la terre se pourroit former dans le Soleil, & ce qui pourroit arriver à ce globe.

A R T. XLI.  
Qu'il se forme dans l'espace entre la terre et l'astre une sorte de globe qui décrira un arc dans le ciel.

doit être entouré d'un atmosphère de fumée.

comme d'une fournaise, ne peut être autre chose qu'un corps brûlant & fumant de tous côtés, il doit nécessairement être entouré d'une espèce d'atmosphère de fumée, qui étant de beaucoup plus légère que ce corps fumant lui-même, le doit quitter à mesure qu'elle s'en exhale, & le devancer assez considérablement.

ART. XLI.  
Que ce globe  
doit paroître  
au milieu d'u-  
ne chevelure,  
& avec une  
queue de lu-  
mire.

Et comme les rayons du Soleil ne doivent pas seulement éclairer ce globe, mais aussi toute la fumée qui l'accompagne ; il ne nous doit paroître que comme une étoile au milieu d'une chevelure, & avec une queue de lumière qui doit être dirigée à peu près à l'opposé du Soleil.

ART. XLII.  
Que cette  
queue peut  
paroître gran-  
de ou petite,  
& pourquoi.

Or cette queue sera grande ou petite, suivant que le corps fumant sera lui-même grand ou petit, & en état de fournir peu ou beaucoup de fumée ; & nous paroîtront ainsi suivant qu'elle sera proche ou éloignée de nous, & vue avec peu ou avec beaucoup d'obliquité.

ART. XLIII.  
Ce qui arrive-  
ra à ce globe,  
lorsqu'il s'é-  
loigne du So-  
leil, en sorte  
que nous le  
perdons pour  
quelque  
temps de  
vue.

Si ce globe s'éloigne du Soleil, en sorte que nous le perdons de vue pour quelque temps, il nous doit encore faire voir à son retour vers le Soleil, à peu près les mêmes phénomènes qu'il nous a fait voir en s'en allant : car ayant observé que le four d'une verrerie qu'on laissoit éteindre de lui-même, après avoir bien bouché toutes les ouvertures, étoit près d'un mois avant que d'avoir perdu toute sa chaleur, comme nous avons déjà dit ; je crois que nous pouvons conclure avec raison, que ce globe peut, à cause de sa prodigieuse grandeur, conserver sa plus grande

chaleur, non seulement pendant plusieurs mois; mais peut être encore pendant plusieurs années.

Je dis que ce globe nous doit encore faire voir à son retour vers le Soleil, à peu près les mêmes phénomènes qu'il nous a fait voir en s'en allant, puisqu'il doit perdre avec le temps beaucoup de sa chaleur, & fournir par conséquent beaucoup moins de fumée pour former sa chevelure & sa queue, à moins qu'il ne fût beaucoup enflammé en s'éloignant du Soleil, & que cette flamme ne fût éteinte à son retour: car alors sa fumée devroit être plus abondante, que dans le temps qu'il étoit encore en flamé, & que la flamme consumoit la fumée.

Si ce globe en sortant du Soleil passe à côté de la terre vis-à-vis des signes qu'elle doit encore parcourir, il doit paroître se mouvoir contre l'ordre de ces signes; & tout au contraire lorsqu'il prend son chemin entre la terre & les signes qu'elle vient

ART. XLIV.  
Que ce globe nous doit faire voir à son retour vers le Soleil, à peu près les mêmes phénomènes qu'il nous a fait voir en s'en allant, mais non pas entièrement, & pourquoi.

ART. XLV.  
Qu'on peut voir passer ce globe à côté de la terre en plusieurs manières différentes.

de parcourir, comme cela se voit manifestement dans cette figure, où SC représente le chemin du globe; FGK le chemin de la terre, & S le corps du Soleil: car si la terre est en L lorsque ce globe s'avance le long du chemin SC, il paroîtra aller contre l'ordre des signes, & tout au contraires il prend ce chemin lors-

B b ij

que la terre est en G. Le contraire doit arriver à ce globe lorsqu'il retourne vers le Soleil : car si par exemple la terre est en G, lorsqu'il y retourne par le chemin PS, il paroitra aller contre l'ordre des signes, & selon l'ordre des signes, s'il prend ce chemin lorsque la terre va de H vers K.

## ART. XLVI.

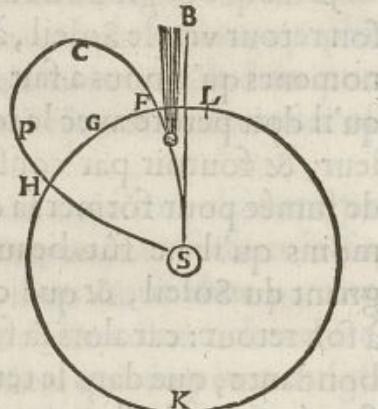
*Que ce globe doit à la fin retourner vers le Soleil, & pourquoi.*

Il n'est pas ce me semble bien difficile de comprendre que ce globe doit à la fin retourner vers le Soleil, non seulement avec la même vitesse qu'il avoit en le quittant ; mais qu'il y doit retourner avec une vitesse qui sera bien plus grande , puisqu'il doit devenir plus pesant, à mesure qu'il jette de la fumée, & qu'il se doit par consequent à la fin plonger de nouveau dans cet astre, qui le consumera en tres-peu de temps pour en former des taches & de la fumée sur sa surface; ou qui le rejettéra enflammé comme auparavant , dans l'air qui l'environne, pour nous faire voir encore de semblables phénomènes.

## ART. XLVII.

*Qu'il peut arriver que ce globe ne montre que sa fumée.*

Si ce globe sortant du Soleil prend son chemin à peu près vers l'endroit où se trouve la terre, & que sa fumée qui le doit devancer se soit dégagée des rayons du Soleil , pendant qu'il y est encore enfoncé lui-même ; cette fumée doit paroître comme une espèce de lumiere posée sur l'horison. Et



s'il étoit trop pesant pour monter à une hauteur nécessaire pour paroître lui-même, l'on ne verroit autre chose que cette lumiere posée sur l'horison.

Si ce globe sortant du Soleil prenoit son chemin vers un endroit de l'ecliptique , vers lequel la terre s'avance , & qu'il sortit par exemple du Soleil pour aller le long de la ligne SC pendant que la terre est en L , il pourroit arriver que sa fumée paroitroit le matin , & quelque temps après , le soir , avant que de paroître lui-même .

Si dans la colomne de fumée , celle qui est dans le milieu étoit noire , épaisse , & capable d'amortir les rayons du Soleil qui tombent dessus , on la pourroit voir avec une raye obscure dans le milieu ; ce qui pourroit encore arriver par l'ombre du globe qui doit passer au travers . Et si le milieu de cette colomne n'étoit pas autant chargé de fumée que ses extrémitez laterales , principalement vers l'endroit où elle finit , on la pourroit voir en forme de queue d'hirondelle .

Si ce globe sortoit du Soleil par quelque endroit qui fût éloigné du plan de l'ecliptique , & s'il montoit jusqu'au chemin de la terre ou plus haut ; il ne manqueroit pas de se trouver à la fin dans ce plan , parce que c'est-là où est le plus grand mouvement ; & il ne manqueroit pas même de le traverser , & de paroître par consequent couper l'ecliptique plus ou moins obliquement , suivant qu'il viendroit d'un endroit plus ou moins éloigné du plan de l'ecliptique , & suivant la diverse posi-

ART. XLVIII  
Qu'il pourroit arriver que ce globe montreroit premiere-ment sa fumée le matin , & ensuite le soir , avant que de paroître lui-même .

ART. XLIX  
Que cette fumée peut paroître avec une raye obscure dans le milieu , & qu'elle peut paroître en forme d'une queue d'hirondelle .

ART. L  
Que ce globe doit paroître couper l'ecliptique .

B b iiij

198 ESSAY DE DIOPTRIQUE.

tion de la terre à l'égard de son passage au travers de ce plan.

ART. LI.

Que ce globe décrira une ligne courbe, composée de de trois mouvements différents.

Et comme ce globe passe au travers de la matière étherée que les planètes font tourner d'Occident en Orient, par le mouvement que les rayons du Soleil leur impriment; ce globe décrira une ligne courbe, qui sera composée du mouvement par lequel il s'approche ou s'éloigne du centre du Soleil; du mouvement par lequel il s'approche du plan de l'écliptique; & du mouvement de la matière étherée par où il prend son chemin.

ART. LII.

Que la fumée doit paroître décliner de l'opposition du Soleil, & pourquoi.

Et comme la fumée de ce globe monte avec beaucoup plus de rapidité que le globe même, & qu'elle demeure par consequent bien moins de temps que ce globe dans une matière capable de la transporter avec une certaine vitesse d'Occident en Orient, & de la pousser vers le plan de l'écliptique; elle doit paroître décliner de l'opposition du Soleil vers l'endroit d'où ce globe vient, si l'œil est hors du plan de son chemin, & même se courber un peu; & elle en doit paroître d'autant plus décliner, quel'on est plus directement opposé à ce plan.

ART. LIII.

Que le côté convexe de la fumée doit paroître avec plus de vivacité que le côté concave, & pourquoi.

ART. LIV.

Que ce globe doit être vu

Et comme il doit monter plus de fumée du côté convexe, que du côté concave de la courbure, l'on doit toujours voir le côté convexe avec plus de vivacité & de distinction que le côté concave.

Et comme ce globe reçoit sa principale lumière du Soleil, il doit être vu avec d'autant plus de lumière, qu'il est plus proche du Soleil, quoiqu'il

ne doive jamais paroistre avec une lumiere si vive & si bien déterminée que celle des Planettes, à cause que beaucoup de rayons du Soleil se doivent absorber dans la fumée qui l'entoure.

avec une lumiere d'autant plus vive qu'il est plus proche du Soleil.

Je dis qu'il reçoit sa principale lumiere du Soleil, parce que s'il est enflammé dans quelques endroits de son corps, son feu propre le doit éclairer un peu, aussi bien que la fumée qui l'entoure.

Nous avons veu de quelle maniere ce globe, en montant par la ligne SC, pendant que la terre est en G, peut paroître aller selon l'ordre des signes ; mais s'il arrive que son mouvement de F vers C, & celui de la terre de G vers H se compensent l'un l'autre à l'égard du spectateur, il paroitra stationnaire ; & il pourra ensuite paroître rétrograde s'il ne s'avance pas assez de F vers C, pendant que la terre s'avance de G vers H ; ou si après avoir été à la fin de son cours, il retourne vers le Soleil par la ligne PC pendant que la terre s'avance de H vers K.

ART. LV.  
Comment ce globe peut passer stationnaire & rétrograde.

Il peut arriver en plusieurs manieres que le cours de ce globe nous paroisse diminuer ou augmenter, être stationnaire ou retrograde, ce que chacun peut appercevoir assez facilement.

Enfin comme ce globe peut passer à côté de la terre vers l'Orient ou vers l'Occident, vers le Septentrion ou vers le Midi, &c. il se pourra faire voir dans toutes les parties imaginables du ciel, & paroître traverser tantôt l'ecliptique, tantôt l'équateur, tantôt l'un des poles du monde, & tantôt l'autre, &c. Et comme il peut prendre son che-

ART. LVI.  
Que ce globe se peut faire voir dans tous les endroits imaginables du ciel, & sans aucun mouvement réglé.

min plus ou moins proche de la terre ; qu'il peut avoir differens degrez de pesanteur , & aller par consequent avec plus ou moins de vitesse, & s'éloigner plus ou moins du Soleil ; & qu'il peut être plus ou moins éloigné de la terre, lorsqu'il est à l'endroit de son équilibre , où il doit aller avec la plus grande vitesse , de même qu'un pendule va avec la plus grande vitesse à l'endroit où il doit trouver son repos ; il peut paroître parcourir une grande ou une petite partie du ciel ; aller avec peu ou beaucoup de vitesse dans le commencement , & avec peu de vitesse dans la fin de son apparition , & tout au contraire , &c.

**ART. LVII.**  
Qu'il est impossible de marquer le temps de l'apparition de ce globe , &c.

Au reste , de tout ce que nous venons de dire , il paroist manifestement qu'il ne peut y avoir de règle certaine pour le temps de l'apparition de ce globe ; ni pour la grandeur de la partie du ciel , qu'il doit parcourir ; ni pour la durée de son apparition ; ni pour sa grandeur apparente ; ni pour la grandeur apparente de sa queue ; ni pour la partie du ciel où il doit paroître , si l'on excepte qu'il doit plûtoſt paroître dans l'hémisphère où est le Soleil , que dans l'autre , puisqu'il tire son origine du Soleil , &c.

**ART. LVIII.**  
Que l'on peut dire que ce globe n'est autre chose qu'une comète , & pour quoi.

Or comme les Historiens dignes de foi qui ont fait mention des phenomenes des cometes , n'ont parlé précisément que de ceux qui peuvent arriver au globe dont nous venons de faire la description ; il me semble que je puis conclure avec raison qu'une comete , n'est autre chose qu'un tel globe qui sort tout brûlant & fumant du Soleil .

Et

Et qu'on ne me dise pas qu'il soit impossible que ce globe, c'est-à-dire, le corps ou le noyau d'une comète, puisse fournir autant de fumée qu'il faudroit pour faire paroître quelquefois une queue qui occuperoit plus de la sixième partie du ciel, comme celle de l'année 1680 : car si d'une très-pe-  
tite quantité de foin ou de paille allumée, il peut sortir une prodigieuse quantité de fumée, & cette fumée s'élever extrêmement loin de sa source, comme l'expérience le fait voir, principalement s'il n'y a point de flamme pour la consumer ; quelle quantité de fumée ne pourra-t-il pas sortir d'un globe tout en feu, qui est peut-être plus grand que toute la terre, comme nous venons de le dire, sur tout si la colonne de fumée est un peu proche de nous, & que nous la voyons avec très-peu d'obliquité.

Aristote & Descartes, ont eû des opinions bien différentes touchant les comètes : car le premier pretendant qu'elles ne sont autre chose que des exhalaisons de la terre qui s'allument dans la plus haute région de l'air, qu'il croyoit être de beaucoup plus basse que n'est la lune, les place en cet endroit. L'autre au contraire pretendant qu'elles sont de véritables étoiles fixes, qui après avoir été encroutées & chassées ensuite de leur place par des étoiles voisines, passent de tourbillon en tourbillon, les place à une si grande distance de nous, c'est-à-dire, à moitié chemin de la terre à une étoile fixe, lorsqu'elles sont encore visibles, qu'il rend son

ART. LX.  
Qu'il n'est pas impossible que le noyau d'une comète puisse fournir autant de fumée qu'il faut pour former sa queue.

ART. LX.  
Les opinions d'Aristote & de Descartes touchant les comètes.

C c

opinion pour le moins aussi peu vrai-semblable que celle de l'autre.

A R T. L XI

Qu'on ne re-  
futera pas l'o-  
pinion d'Ari-  
stote, puis-  
que tout le  
monde en est  
assez revenu;  
mais qu'on  
refutera celle  
de Descartes,

puisque la  
plupart des  
Philosophes

d'aujourd'huy  
l'admettent

A R T. L XII.

Experience  
qui fait voir  
qu'un objet  
 $134\frac{1}{2}$  fois plus  
éloigné du so-  
leil que nous,  
est encore 3  
ou 400. fois  
plus éclairé  
qu'il ne le se-  
roit dans une  
belle nuit par  
toutes les é-  
toiles ensem-  
ble.

On est aujourd'hui si revenu de cette opinion d'Aristote, qu'il seroit assez inutile d'en faire voir la fausseté; mais il n'en est pas de même de ce que Descartes en dit: car plusieurs personnes sont encore de son sentiment, & ainsi il ne sera pas inutile ce me semble, de faire voir combien il s'est éloigné de la vérité.

Ayez une chambre directement exposée au soleil, & fermée en sorte qu'il n'y puisse entrer de lumière que par une seule ouverture d'une dixième partie de ligne de diamètre: c'est à-dire qu'on ait de la peine à y ficher un cheveu. Cela étant, recevez sur une surface plate la lumière du soleil à dix pieds de distance de cette ouverture; ou, ce qui est la même chose, à  $14400$  dixièmes de ligne, qui font dix pieds; & vous verrez que l'endroit où tombe l'illumination entière, sera peut-être encore pour le moins 3 ou 400 fois plus éclairé, qu'il ne le seroit dans une belle nuit par toutes les étoiles ensemble.

Cependant il n'est pas plus éclairé que s'il étoit  $134\frac{1}{2}$  fois plus éloigné du soleil qu'il n'est.

Voyez les pages  
38 & 41.

Soit par exemple CD l'ouverture de cette chambre d'une dixième partie de ligne; & soit LM une surface plate, sur laquelle on reçoit directement la lumière du soleil à  $14400$  dixièmes de ligne de distance de l'ouverture CD par où cette lumière entre. Cela étant, comme la quantité de la lumière qui tombe sur chaque point d'une illumination en-

tiere, lorsqu'on la reçoit directement sur quelque surface plate, est à la quantité de la lumiere qui tombe sur chaque point d'une autre illumination entiere, en raison doublée reciproque de leurs distances de l'ouverture CD; & comme l'on trouve par la Trigonometrie, que le point de l'illumination entiere, qui est justement éclairé par tout le soleil, est éloigné de l'ouverture CD d'environ 107 fois le diamètre de cette ouverture; il est évident que chaque point de l'illumination entiere, qui est éloignée de 14400 dixiémes de ligne de l'ouverture CD, ne sera éclairé qu'environ par la 18090<sup>me</sup> partie du soleil: c'est-à-dire, comme s'il en étoit 134<sup>1</sup> fois plus éloigné qu'il n'est.

Or comme chaque point de cette illumination est encore alors pour le moins 3 ou 400 fois plus éclairé qu'il ne le seroit dans une belle nuit par toutes les étoiles ensemble, & qu'il y a pour le moins 700 étoiles, tant grandes que petites, outre un nombre infini que l'on en découvre dans tous les endroits du ciel avec des lunettes d'approche, qui nous éclairent dans une belle nuit; l'on peut conclure avec assez de raison, que l'étoile fixe la plus proche de nous, doit être pour le moins 16000 fois plus éloignée de nous que n'est le soleil.

En faisant ce calcul je suppose que les étoiles fixes ne sont pas seulement de même nature; mais aussi de même grandeur que le soleil: car comme l'on auroit tort de pretendre que notre soleil fust la plus grande ou la plus petite étoile de toutes, &

A R T. LXIII.  
Que l'étoile  
fixe la plus  
proche de  
nous, doit être  
pour le moins  
16000 fois  
plus éloignée  
de nous que  
n'est le soleil.

C c ij

qu'il est raisonnable de croire qu'il y a des étoiles fixes qui sont plus grandes, & d'autres qui sont plus petites que le soleil ; je les ai pu supposer toutes de même grandeur que le soleil.

Cela étant ainsi supposé, l'on peut dire qu'il y a douze étoiles fixes, qu'on peut appeler étoiles de la première grandeur, dont les tourbillons touchent celui du soleil ; que ces 12 sont bornées de 48 autres, qu'on peut appeler étoiles de la deuxième grandeur ; ces 48 de 108 autres, qu'on peut appeler étoiles de la troisième grandeur ; ces 108 de 192 autres, que l'on peut appeler étoiles de la quatrième grandeur ; ces 192 de 300 autres, qu'on peut appeler étoiles de la cinquième grandeur ; ces 300 de 432 autres, qu'on peut appeler étoiles de la sixième grandeur ; & enfin ces 432 de 588 autres, qu'on peut appeler étoiles de la septième grandeur. Et comme chacun de ces rangs éclaireroit le globe de la terre avec une égale quantité de lumière, à cause que l'éloignement de chacun d'eux est compensé par le nombre des étoiles que l'on y trouve ; il est évident que tous ces rangs d'étoiles qui en font un nombre de 1686 éclaireroient le globe de la terre comme s'il y en avoit dans le premier rang 7 fois 12, c'est-à-dire, 84 étoiles en tout, dont la seule moitié, c'est-à-dire, 42 étoiles, nous éclaireroient dans une belle nuit, à cause qu'il n'y en a que la moitié à la fois sur l'horizon.

Et comme 42 étoiles à la même distance d'un objet, ou plutôt 33 étoiles, parce que toutes les

42 ne lui enverroient pas leur lumiere perpendiculairement, éclaireroient cet objet 400 fois moins que ne feroit la 18090<sup>me</sup> partie du soleil, c'est-à-dire, qu'une seule étoile ne l'éclaireroit qu'autant que feroit la 238788000<sup>me</sup> partie du soleil, l'on peut conclure que l'étoile fixe la plus proche de nous est 15452 fois plus éloignée de nous que le soleil, c'est-à-dire; comme la racine quarrée de 238788000, puisque les étoiles ne nous éclairent qu'en raison reciproque des quarrez de leurs distances.

Il y auroit encore plusieurs autres moyens pour parvenir assez feurement à la connoissance de l'éloignement prodigieux des étoiles fixes, sans avoir recours à la parallaxe dont tous les Astronomes se sont servis jusques à present, assez mal à propos ce me semble, puisqu'il est tout-à-fait impossible d'y en trouver aucune.

Ayez une lunette d'approche qui grossisse 500 fois le diametre d'un objet, & observez avec cette lunette une étoile des plus brillantes, comme par exemple celui du grand chien: à peine verrez-vous son disque, c'est-à-dire que vous ne verrez cette étoile qu'environ sous un angle d'une minute. Et comme le soleil a son diametre de 32 minutes de grandeur, cette étoile doit être environ 16000 fois plus éloignée de nous que le soleil, supposé qu'il soit aussi grand que cette étoile: car si elle étoit huit fois plus grande, elle seroit 32000 fois plus éloignée de nous que le soleil; si elle étoit 27 fois

ART. LXV.  
Qu'il y auroit  
encore plu-  
sieurs autres  
moyens pour  
parvenir à la  
connoissance  
de l'éloigne-  
ment des étoi-  
les fixes, sans  
avoir recours  
à la parallaxe.

C c iij

plus grande, elle seroit 48000 fois plus éloignée; si elle étoit 64 fois plus grande, elle seroit 64000 fois plus éloignée, & ainsi de suite.

ART. LXVI.  
Qu'il y a des étoiles fixes que l'on découvre avec les yeux, qui sont peut-être deux ou trois cent mille fois plus éloignées de nous que le soleil, & qu'il y en a que l'on découvre avec des lunettes d'ap-

plus éloignées de nous que le soleil, qui sont peut-être des millions de fois plus éloignées de nous que le soleil.

ART. LXVII.  
Examen du système de Descartes touchant les comètes; & pour en faire voir l'im-

possibilité, prenons pour exemple celle qui parut à la fin de l'année 1680.

Elle fut le troisième de Janvier de l'année 1681, dans son perigée, & parcourut depuis jusqu'au troisième ou quatrième de Mars qu'elle disparut entièrement, environ un quart de tout le circuit du ciel, & par consequent selon ce Philosophe plus que le demi-diamètre de notre tourbillon. Or si l'on suppose à présent que ce demi-diamètre est 8000 fois plus grand que le demi-diamètre de l'orbe annuel de la terre; cette comète auroit fait en 60 jours de temps un chemin, qui iroit au de-là de 8000 fois tout ce demi-diamètre, & par consequent en moins de onze minutes plus de chemin qu'il n'y en a d'ici au soleil; ce qui seroit une vitesse qui passeroit toute sorte d'imagination.

Si l'on examine ensuite le mouvement de celle qui parut vers la fin de l'année 1664. l'on trouvera

iii C

que celle-ci devroit avoir fait, selon le même système, à peu près deux fois plus de chemin dans le même temps, ce qui seroit une vitesse d'autant plus incompréhensible, que cette comète allant contre l'ordre des signes, avoit à vaincre le mouvement rapide, que ce Philosophe attribué à la matière étherée qui est à l'extremité du tourbillon, prétendant sans raison que cette matière achieve sa révolution en aussi peu de temps que celle qui est tout proche du soleil.

Au reste si une comète étoit visible à l'extremité de notre tourbillon, & même après avoir passé dans un tourbillon voisin du nôtre : c'est-à-dire, après être arrivée plus qu'à moitié chemin de nous à une étoile fixe ; l'on seroit ce me semble contraint de dire, qu'elle se pourroit faire voir, sans nous envoyer pour ainsi dire un seul rayon de lumiere : car lorsqu'elle est à moitié chemin de la terre à une étoile fixe qui en est voisine, elle sera éclairée par cette étoile fixe, autant d'un côté qu'elle le sera par le soleil de l'autre côté, supposé que le soleil & cette étoile soient de même nature & de même grandeur, & elle ne sera éclairée par le soleil qu'autant que nous le serions de nuit par quatre étoiles fixes.

Et comme en supposant déjà une comète aussi grande que le soleil, il n'y auroit guères plus de la  $1854720000000^{me}$  partie de la tres petite quantité de lumiere, qui seroit égale à celle que quatre étoiles fixes nous enverroient, qui pourroit parvenir jusqu'à nous, parce que cette comète renverroit

cette lumiere vers toutes les parties de l'hemisphere dont elle occuperoit le centre, & dont le diametre seroit 3680000 fois plus grand que celui de la comete ; il est bien facile de juger que ce Philosophe n'est pas bien fondé en tout ce qu'il avance des cometes à l'égard de leur distance. Et comme il n'y a guères plus de vrai-semblance en ce qu'il dit de l'apparition de leurs cheveleûres , de leurs queuës , &c. comme il est aisë de le comprendre , pourvû que l'on sçache ce que c'est que la refraction, il me semble assez inutile de le refuter ici.

**ART.LXVIII.**  
Qu'il y a des  
observations  
de quelques  
cometes fort  
proche de  
nous, & au  
dessous de la  
lune, dont les  
Historiens  
font mention.

Les Historiens qui ont fait mention des cometes , rapportent des faits & des observations par les quelles l'on peut juger qu'elles ont été quelques fois fort proche de nous, & même beaucoup au dessous de la lune.

Regiomontanus étoit un Astronome trop habile pour ne pas meriter qu'on n'ajoute un peu de foi à ses observations. Il nous assure qu'il a trouvé six degrez de parallaxe à la comete qui parut dans l'année 1475, d'où l'on pourroit conclure que cette comete étoit alors environ six fois plus proche de nous que n'est la lune; & faisant l'histoire de cette comete , il dit qu'ayant son noyau fort petit, elle commença à paroître entre les étoiles de la Vierge, avec un mouvement fort lent ; & qu'étant devenue ensuite d'une grandeur excessive , elle passa par le pole boreal avec un mouvement si rapide , qu'elle parcourut en un jour un arc d'un grand cercle d'environ 40 degrez , & qu'elle disparut à la fin vers

vers les étoiles des poissons dans le signe du belier.

Il y a des Historiens qui parlent de quelques comètes qui étoient extremement grandes, & fort proches de la terre; & Seneque & Pline rapportent des observations d'une comète, qui auroit égalé en grandeur apparente le soleil ou la lune, comme fit à peu près celle qui parut l'année 1652. avec trois points brillants comme trois endroits enflammés dans le milieu de son noyau.

Lorsqu'une comète est beaucoup plus éloignée de la terre que n'est la lune, il est très-difficile de connoître sa véritable distance, principalement si elle est dans la région des Planètes: car alors le demi-diamètre de la terre où se doivent prendre les bases pour mesurer cette distance, est trop petit pour former une base proportionnée à un éloignement si excessif; & ce demi-diamètre devient comme imperceptible à l'égard de cette distance; puisque son angle de parallaxe se réduit presqu'à rien, pour ne pas dire que les Astronomes trouvent quelquefois, sans beaucoup d'exactitude, le contraire des parallaxes, & qu'ils prennent quelquefois même leurs erreurs pour des parallaxes.

La meilleure méthode pour prendre la parallaxe d'une comète, est qu'un seul & même observateur la cherche par la variation de sa déclinaison en diverses heures d'une même nuit; ou par la variation apparente de son ascension droite, c'est-à-dire, par la variation de celle qui arrive à son mouvement, à l'égard de cet observateur selon la ligne de l'Orient

D d

ART. LXIX.  
Qu'il est très-  
difficile de  
mesurer leur  
distance de la  
terre, lorsqu'-  
elles sont  
beaucoup au  
dessus de la  
lune, & pour-  
quoi.

ART. LXX.  
Comment on  
y peut parve-  
nir le plus fa-  
cilement.

à l'Occident, entre les cercles des heures Astronomiques ; laquelle variation est d'autant plus sensible, que la comète est plus proche de nous, & nous de l'équateur ; mais ces deux méthodes supposent que l'on sçache le mouvement particulier de la comète dans son cercle.

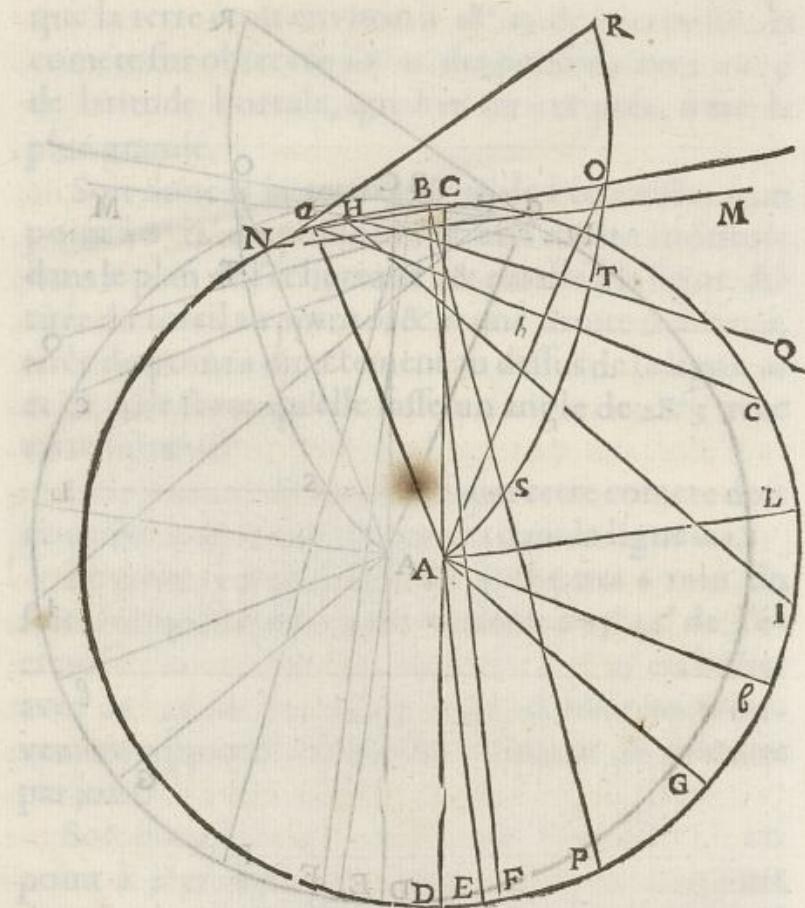
ART. LXXI. Il ne sera pas ce me semble hors de propos d'effectuer plusieurs observations de la comète de l'année 1680, qui nous font connaître que cette comète n'a pu tirer son origine d'autre part que du soleil. xaminer ici, s'il est possible, que les comètes puissent tirer leur origine d'autre part que du soleil. Prenons pour exemple celle qui parut à la fin de l'année 1680. Le vingt-deuxième de Decembre à 4 heures 46 min. du soir, lorsque la terre étoit environ à 1<sup>d</sup> 49' de l'écrevisse, cette comète fut observée à 6<sup>d</sup> 33' du capricorne, avec 8<sup>d</sup> 26' de latitude boréale, & avec un mouvement apparent d'environ 2<sup>d</sup> 15' par jour.

Soit donc A le soleil ; B la terre à 1<sup>d</sup> 49' de l'écrevisse ; C le commencement de l'écrevisse ; D le commencement du capricorne ; E un point à 6<sup>d</sup> 33' du capricorne ; BF une droite indefinie dans le plan de l'écliptique, & parallele à la ligne AE tirée du soleil au point E ; & BP une droite indefinie tirée du point B, directement au dessus de la ligne BF, & de telle sorte qu'elle fasse avec cette ligne BF un angle de 8<sup>d</sup> 26'.

Cela étant, il est manifeste que cette comète doit avoir été le vingt-deuxième de Decembre à 4 heures 46 min. du soir dans la ligne BP.

Le troisième de Janvier 1681 à 5 heures du soir, quand la terre étoit environ à 14<sup>d</sup> 6' de l'écrevisse,

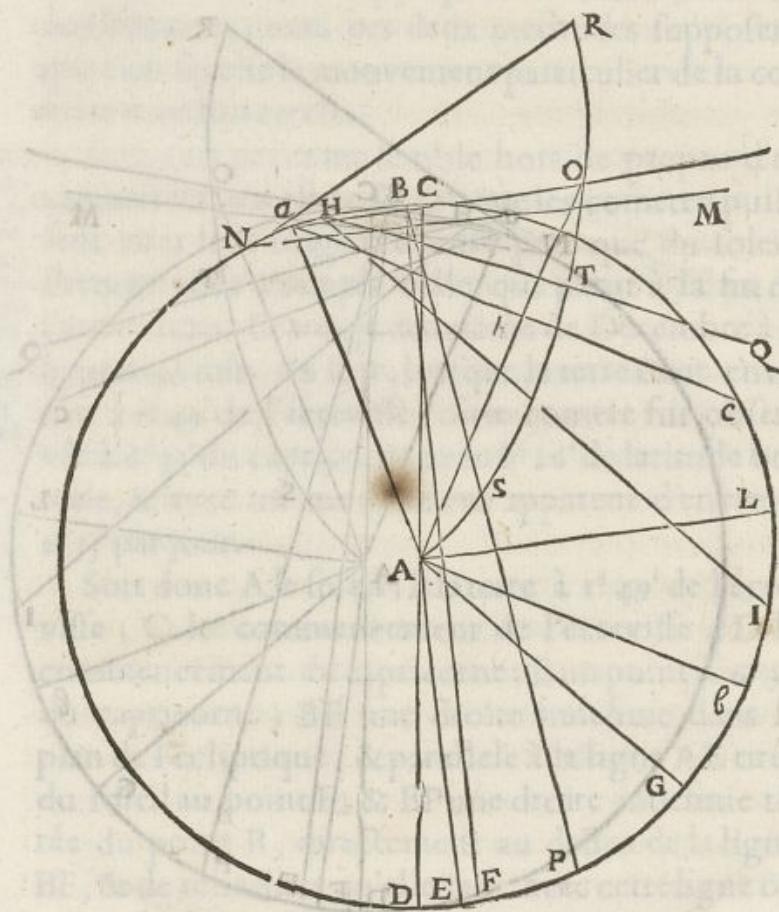
ESSAY DE DIOPTRIQUE. 211  
cette comète qui étoit alors dans son perigée avec  
un mouvement apparent d'environ 4 degréz & de-



mi par jour, fut observée à  $18^{\text{d}} 52'$  du verseau, avec  
 $25^{\text{d}} 23'$  de latitude boreale.

Soit donc H la terre à  $14^{\text{d}} 6'$  de l'écrevisse; G un  
point à  $18^{\text{d}} 52'$  du verseau; HI une droite indefinie,

D d ij



Cela étant, il est manifeste que cette comète doit être définie tirée du point H, directement au dessus de la ligne HI, & de telle sorte qu'elle fasse un angle de  $25^{\circ} 23'$  avec cette ligne HI.

Cela étant, il est clair que cette comète doit

avoir été le troisième de Janvier 1680, dans la ligne HQ.

Le septième de Janvier à 6 heures du soir, lorsque la terre étoit environ à  $18^{\circ} 13'$  de l'écrevisse, la comète fut observée à  $8^{\circ} 12'$  des poissons avec  $28^{\circ} 3'$  de latitude boreale, qui à  $17'$  ou à  $18'$  près, a été la plus grande.

Soit donc *a* la terre à  $18^{\circ} 13'$  de l'écrevisse ; *b* un point à  $8^{\circ} 12'$  des poissons ; *ac* une droite indefinie dans le plan de l'écliptique, & parallele à la ligne *Ab* tirée du soleil au point *b*; & *ao* une droite indefinie, tirée du point *a* directement au dessus de la ligne *ac* & de telle sorte qu'elle fasse un angle de  $28^{\circ} 3'$  avec cette ligne *ac*.

Cela étant, il est manifeste que cette comète doit avoir été le septième de Janvier dans la ligne *ao*.

Le quatorzième de Janvier à 6 heures 6 min. du soir, lorsque la terre étoit environ à  $25^{\circ} 22'$  de l'écrevisse, la comète fut observée à  $5^{\circ} 53'$  du belier avec  $26^{\circ} 28'$  de latitude boreale, & avec un mouvement apparent d'environ 2 degrés 28 minutes par jour.

Soit donc *N* la terre à  $25^{\circ} 22'$  de l'écrevisse ; *L* un point à  $5^{\circ} 53'$  du belier ; *NM* une droite indefinie dans le plan de l'écliptique, & parallele à la ligne *AL* tirée du soleil au point *L*, & *NR* une droite indefinie tirée du point *N* directement au dessus de la ligne *NM*, & de telle sorte qu'elle fasse un angle de  $26^{\circ} 28'$  avec cette ligne *NM*.

Cela étant il est clair que cette comète doit avoir

D d iij

été le quatorzième de Janvier à 6 heures 6 min. du soir dans la ligne NR.

Au reste l'on a observé touchant cette comète,  
1° Qu'elle augmentoit en grandeur apparente , & que sa queue se prolongeoit à mesure que son mouvement s'acceleroit ; car cette queue qui le vingt-deuxième de Decembre n'occupoit qu'environ 40 degrés, en occupoit le troisième de Janvier plus de 70. 2° Que depuis le troisième de Janvier , la vitesse de son mouvement journalier diminuoit continuellement aussi-bien que sa grandeur apparente , & celle de sa queue. 3° Que sa clarté diminuoit toujours dès la première apparition. 4° Que ce n'étoit pas tant par la diminution de sa grandeur apparente causée par son éloignement , que par la faiblesse de sa lumiere qu'elle disparaissait ; puisqu'on la voyoit encore à la lunette plus grande que Jupiter , en forme d'un petit nuage blanchâtre , quand il y avoit déjà du temps qu'on ne la distinguoit plus à la simple vue. 5° Que sa plus grande latitude a été de  $28^{\circ} 30'$  à peu près. 6° Qu'ensuite cette latitude ne diminuoit pas autant qu'elle auroit dû faire , si cette inclinaison avoit été permanente ; mais qu'elle restoit plus grande , comme si la declinaison du chemin de la comète à l'écliptique avoit augmenté depuis. 7° Que sa queue declinoit de la ligne de l'opposition du soleil vers l'endroit d'où elle venoit par son mouvement particulier , ayant même un peu de courbure. 8° Que cette declinaison augmentoit toujours après sa pre-

miere apparition ; & enfin que cette queuë étoit beaucoup mieux terminée vers l'Orient que vers l'Occident.

Si l'on examine bien toutes ces observations, on verra assez qu'elles ne sçauroient convenir à l'hypothèse d'un mouvement égal de la comète le long d'une ligne droite trajectoire, ou par une portion de circonference d'un cercle excentrique à la terre, puisqu'il est impossible que l'on puisse tirer une droite par les trois lignes B P, H Q, N R, en sorte que cette comète en traversant la ligne N R ait pû par une cause optique, paroître avoir autant de mouvement qu'elle paroissoit en avoir en traversant la ligne BP, & deux fois moins de mouvement qu'elle ne paroissoit en avoir en traversant la ligne HQ.

Il faudroit donc que cette comète eût eû un mouvement inégal le long d'une ligne droite trajectoire, & assigner par consequent une cause physique à ce mouvement inégal ; mais cela ne seroit pas une petite difficulté, outre qu'il seroit encore très-malaisé de rendre raison pourquoi sa clarté alloit toujours en diminuant depuis sa première apparition, pourquoi la longueur de sa queuë augmenta jusqu'au troisième de Janvier, quand elle étoit au perigée ; pourquoi la comète disparut bien plus par la foibleesse de sa lumiere, que par son éloignement de la terre, &c.

Mais s'il est vrai que les cometes tirent leur origine du soleil, à peu près de la maniere comme

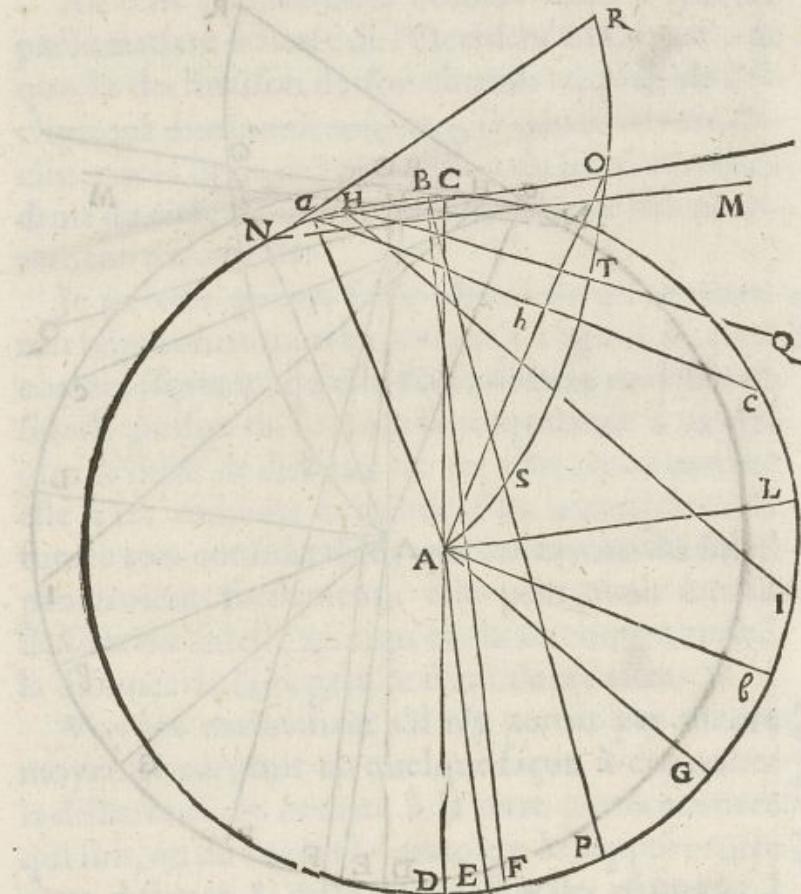
ART. LXXII.  
Qu'il est impossible que ces observations puissent convenir à l'hypothèse d'un mouvement égal de la comète par une ligne droite trajectoire, & pourquoi.

ART. LXXIII.  
Qu'il n'est pas difficile de

rendre raison  
de toutes les  
apparances de  
cette comète,  
en supposant  
qu'elle tire  
son origine  
du soleil.

nous l'avons expliqué ; il n'y aura pas ce me semble tant de difficulté à rendre raison de toutes les apparences de la comète dont nous avons parlé, & de les accorder ensemble ; car je suppose 1° Qu'elle est sortie du soleil par un endroit beaucoup au dessus du plan de l'ecliptique ; 2° Qu'elle a passé ensuite par la ligne BP au point S , où elle paroiffoit avec beaucoup de clarté , parce qu'elle y étoit fort proche du soleil ; & où elle paroiffoit avec peu de latitude , avec une petite teste & une queue mediocre , à cause qu'elle y étoit fort éloignée de la terre. 3° Qu'elle a passé ensuite par la ligne HQ au point T , où elle paroiffoit avec son plus grand mouvement , non parce qu'elle y étoit véritablement dans son perigée ; mais parce qu'elle y étoit dans l'endroit de son équilibre avec la matière étherée. Sa latitude & sa grandeur apparente étoient considérablement augmentées à ce point , à cause qu'elle y étoit beaucoup plus proche de la terre : sa clarté y avoit diminué , parce qu'elle y étoit plus éloignée du soleil ; & sa queue y paroiffoit occuper la plus grande partie du ciel , parce qu'alors on la voyoit avec la moindre obliquité , étant directement opposée à la terre. 4° Qu'elle a passé ensuite par la ligne  $\alpha\circ$  au point o , où elle a été observée avec une latitude de  $28^{\circ} 3'$  laquelle a été à peu près la plus grande , parce qu'elle y étoit dans son véritable perigée , & que son chemin y coupoit la ligne  $\alpha\circ$  à peu près à angles droits ; ensuite de quoi cette latitude n'a pas dû diminuer dans la même proportion qu'elle avoit

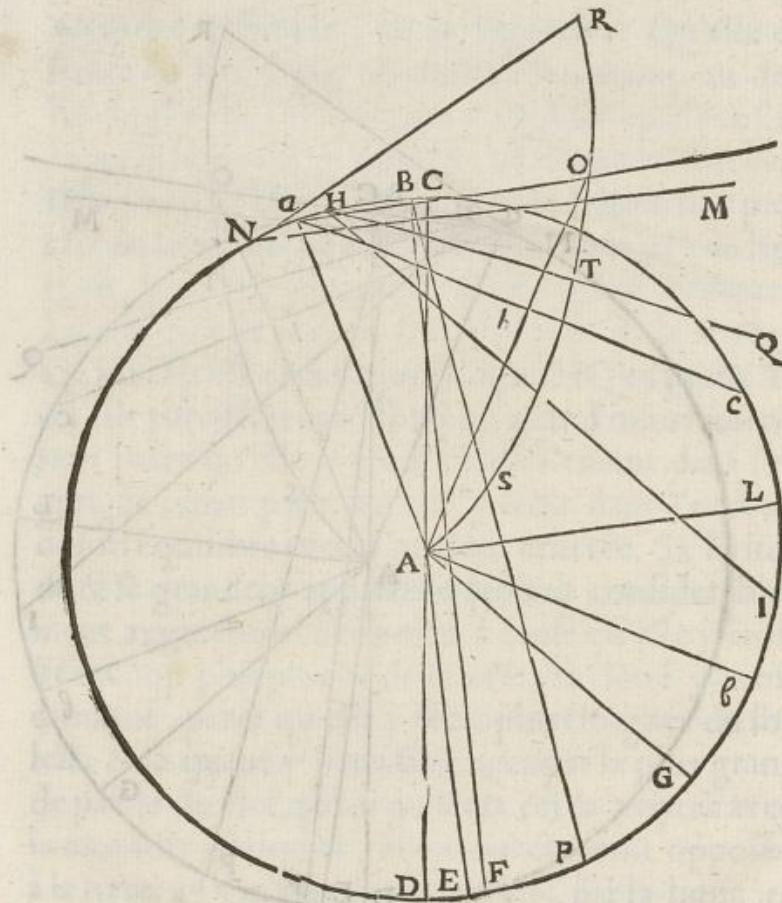
avoit augmenté, parce que la comète s'étoit approchée de la terre fort precipitamment, & qu'elle ne



s'en étoit pas retirée de même, & parce qu'elle s'étoit bien plus éloignée du plan de l'écliptique, qu'elle ne s'en étoit approchée par le changement de la déclinaison de son chemin à l'éclipti-

E e

que. Enfin qu'elle a passé par la ligne NR au point R, où sa latitude fut observée moindre que dans



la ligne  $a o$ , à cause que sa distance de la terre y étoit plus grande que lorsqu'elle étoit dans la ligne  $a o$  ; & où sa clarté diminuoit beaucoup , sans que sa grandeur apparente y diminuast quasi , parce qu'el-

le y étoit considerablement plus éloignée du soleil,  
& guéres plus éloignée de la terre que dans la ligne  $\alpha\circ$ , &c.

Au reste comme cette comète étoit emportée par la matière étherée de l'Occident à l'Orient , & que la declinaison de son chemin au plan de l'écliptique diminuoit toujours, sa queue devoit décliner de la ligne de l'opposition du soleil vers l'endroit du ciel , d'où la comète venoit par son mouvement particulier.

Je ne vois qu'une seule objection qu'on pourroit faire contre mon hypothèse à l'égard de cette comète ; sçavoir , qu'elle doit avoir été au dessus du soleil , puisqu'on l'a trouvée toute ronde à 22 degrez & demi de distance de cet astre ; mais comme elle a été toujours entourée d'un atmosphere de fumée tres-considerable , que les rayons du soleil penetraient facilement ; elle peut avoir été au dessous du soleil , quoiqu'on la vit toute ronde à la distance de 22 degrez & demi de cet astre.

Voyons maintenant s'il n'y auroit pas encore moyen de parvenir en quelque façon à connoître la distance d'une comète à la terre par la maniere qui suit , ou du moins à connoître le rapport entre cette distance & celle du soleil & des planettes à la terre.

Le septième de Janvier la comète dont nous venons de faire la description , avoit sa plus grande latitude , & c'étoit par consequent alors que son chemin coupoit la ligne  $\alpha\circ$ , à peu près aux angles

ART. LXXIV.  
Objection &  
réponse.

ART. LXXV.  
Methode par-  
ticuliere pour  
chercher la di-  
stance qu'il y  
a de la terre à  
une comète.

E e ij

droits, & passoit de même dessus la ligne  $a\acute{e}$  qui est dans le plan de l'écliptique.

Soit  $A\acute{a}$  la distance qu'il y a du soleil à la terre, que je suppose être de 20000 demi-diamètres de la terre ; & comme l'angle  $A\acute{a}a$  été observé d'environ 50 degrés, & que l'angle  $A\acute{a}a$  est à peu près droit ; le côté  $ab$  est de 12855 demi-diamètres de la terre.

Or elle eût alors 28° 30' de latitude boreale, & par consequent dans le triangle rectangle  $aho$ , où  $ah$  est de 12855 demi-diamètres de la terre, & l'angle  $hao$  de 28° 30', le côté  $ao$  est de 14672 $\frac{1}{2}$  de ces demi-diamètres, qui est la distance qu'il y avoit alors de la terre à la comète, & qui a été la moindre de toutes.

AR. LXXVI.  
Que cette methode suppose que l'on saache la distance du soleil à la terre.

Je viens de supposer la distance du soleil à la terre de 20000 demi-diamètres de la terre ; mais nous sommes encore bien éloignez de connoître cette distance un peu au juste : car la parallaxe du soleil n'est pas des plus faciles à être déterminée, tant à cause de l'éloignement excessif de cet astre, que parce qu'on ne le sauroit voir parmi les étoiles fixes, pour le comparer avec elles de divers endroits de la terre, ou d'un même lieu en diverses heures d'un jour.

AR. LXXVII.  
Qu'il seroit facile de connoître les distances des planètes à la terre en connoissant la distance du soleil à la terre, & comment.

Si l'on pouvoit déterminer cette distance, il seroit ce me semble assez facile de déterminer les distances de toutes les planètes, quelque éloignées qu'elles puissent être. Mais supposons qu'elle nous soit connue, & qu'elle soit de 20000 demi-dia-

tres de la terre. Soit A le soleil ; soit B D E C l'orbe annuel de la terre ; soit BC le diametre de cet orbe de 40000 demi-diametres de la terre ; & soit F G H l'orbe de quelque planete , comme par exemple celui de Mars.

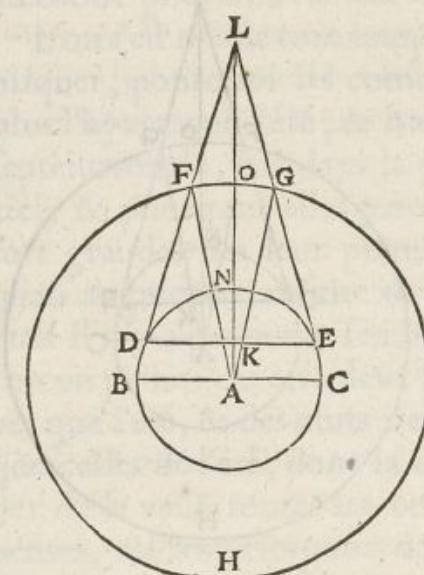
Cela étant, comme la terreacheve sa revolution en 365 jours 5 heures 48 min. 47 sec. ou environ , & la planete de Mars en 686 jours 22 heures 30' ou environ ; cette planete doit paroître retrograder de quelques degrés , lorsque la terre passe avec un

mouvement plus acceleré entre elle & le soleil.

Or pendant que Mars retrograde, la terre parcourt une certaine portion de son orbe , comme par exemple depuis E jusqu'en D, dont on peut connoître la corde DE, en connaissant le diametre BC que j'ai supposé de 40000 demi-diametres de la ter-

re ; & par consequent dans le triangle rectangle KLE, ayant connu le côté KE, & l'angle KLE, qui est la moitié de la retrogradation de la planete , je trouve facilement le côté KL , & par consequent aussi AL.

E e iiij



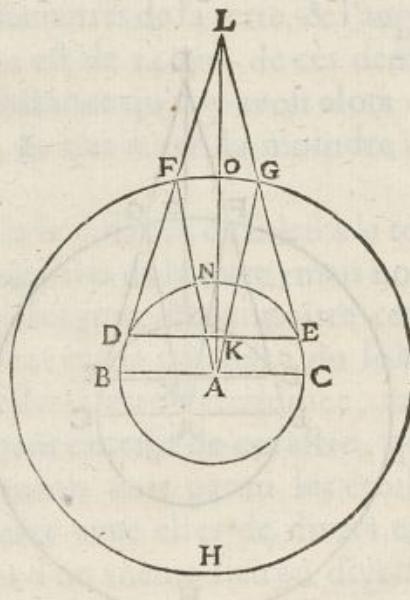
Mais pendant que la terre avance dans son orbe depuis E jusqu'en D, Mars parcourt une certaine portion du sien; & comme l'on peut connoître cette portion au juste, je tire du soleil A les deux lignes FA, GA en sorte qu'elles fassent un angle qui exprime cette portion. Donc dans le triangle AGL, où le côté AL & les deux angles ALG, LAG sont connus, dont le dernier LAG est la moitié de l'arc que Mars achieve pendant qu'il paraît rétrograder, l'on trouve AG la distance de Mars au soleil, dont NA étant ôté, que l'on a supposé être de 20000 demi-diamètres de la terre, il reste pour NO, qui est la distance de la terre à Mars, lorsqu'il est dans son perigée.

La même chose se peut trouver à l'égard des autres

**AR.LXXVIII**

Comment on peut connoître le rapport que les distances des planetes ont entre elles.

Il s'ensuit que s'il est impossible de connoître les veritables distances de la terre aux planetes, l'on peut du moins connoître le rapport que leurs distances ont entre elles dans le système du monde,



sans avoir recours pour cela à mille réveries & visions en l'air.

Il s'ensuit encore que s'il y avoit une planette principale qui pris son chemin assez près de la terre, nous connoîtrions facilement les veritables distances de toutes les autres planettes, & celle du soleil à la terre.

Il ne sera pas hors de propos d'avertir ici qu'il faudroit avoir égard aux excentricitez des planettes & de la terre, si l'on vouloit se servir de cette methode pour trouver leurs distances de la terre.

L'on s'est mis de tout temps fort en peine d'expliquer, pourquoi les cometes se font voir bien plus l'hyver que l'été, & bien plus dans la partie septentrionale, que dans la partie meridionale du ciel, & pourquoi elles paroissent ordinairement fort grandes dés leur premiere apparition, sans quasi augmenter ensuite de grandeur apparente; mais il n'y a pas ce me semble de quoи s'en mettre tant en peine: car on a deux fois plus de nuit l'hyver que l'été, & des nuits beaucoup plus sombres que celles de l'été, dont la clarté nous doit dérober de la veüe toutes les cometes qui étant trop petites, ou trop éloignées du soleil & de la terre, ne peuvent avoir qu'une lumiere tres-foible. C'est par la même raison qu'on les voit plûtost dans la partie septentrionale que dans la partie meridionale du ciel; & parce qu'il n'y a pas tant d'observeurs pour les observer dans cette premiere que dans l'autre partie. Enfin, elles paroissent ordi-

ART. LXXIX.  
Qu'il faut avoir égard aux excentricitez des planettes & de la terre en se servant de cette methode.

ART. LXXX.  
Que les cometes se font voir bien plus l'hyver que l'été, &c. & pourquoi.

nairement fort grandes dès leur première apparition, sans quasi augmenter ensuite de grandeur apparente, parce qu'elles sont ordinairement assez proches du soleil & de la terre, lorsqu'elles commencent à paroître & se dégager des rayons de cet astre; & parce que c'est de pur hazard qu'on les découvre la première fois, au lieu qu'on les peut toujours suivre jusqu'à ce qu'elles nous échappent, à cause de leur petitesse, ou de la foiblesse de leur lumière.

**AR. LXXXI.** Que certaines pierres d'une prodigieuse grandeur qu'on a vu quelquesfois tomber du ciel, n'ont pu venir que du soleil. S'il est vrai ce que Pline, Cardan & d'autres Historiens nous rapportent des pierres d'une prodigieuse grandeur qu'on a vu tomber du ciel dans des endroits de la terre, où il n'y avoit point de Vulcan dans le voisinage, je ne crois pas qu'on puisse assigner à ces pierres d'autre origine que le soleil.

**AR. LXXXII.** Comment une étoile peut paroître & disparaître à présent. Nous avons vu comment la terre, les planètes, dont la terre en est une, & leurs satellites, qui sont encore autant de planètes, ont pu être formées, en supposant que tout l'univers ne fust dans le commencement qu'un vaste chaos. Mais si toute cette matière, de laquelle ont été formées non seulement les planètes que nous connaissons ; mais peut-être encore beaucoup d'autres trop petites, ou trop éloignées de nous pour être découvertes par la simple vue, & que le hasard nous fera peut-être découvrir un jour ; si toute cette matière, dis-je, s'étoit amassée autour du soleil, au lieu de s'assembler autour de divers centres ; elle l'auroit entièrement obscurci,

obscurci, jusqu'à ce que le feu de cet astre ayant gagné cette matière quelque part, l'auroit écartée de tous les côtés, laquelle en y retombant quelque temps après, l'auroit obscurci de nouveau. Tel peut avoir été le sort de l'étoile qui parut l'année 1572 dans la poitrine de Caphias ; de celle qui parut l'année 1604 dans le Sagittaire, & de plusieurs autres.

Si cette matière en s'approchant du soleil s'étoit voutée en chemin, & à quelque distance de cet astre, elle l'auroit entièrement obscurci, à moins qu'il n'y eût resté quelque part une ouverture dans cet atmosphère de matière voutée : car alors le soleil se seroit caché, & se seroit fait voir dans des temps réguliers, supposé que cette masse de matière y eût tourné tout au tour, à peu près comme les taches & les planètes.

Tel peut avoir été le sort de l'étoile qui se fait voir dans le col de la baleine, & qui demeure tous les ans sept ou huit mois invisible, & se laisse voir durant trois ou quatre mois, retournant à la même grandeur après 330 jours à peu près.

Les observations que l'on peut faire par le moyen des microscopes sont sans nombre : car l'air, l'eau & la terre nous fournissent également des objets capables de faire admirer la sagesse infinie du Createur ; mais je serois obligé de faire des volumes entiers si je voulois rapporter toutes les observations que j'ai faites. Entre tous les insectes, dont j'espere de donner l'histoire, je me suis

AR. LXXXIII  
Comment une étoile peut paroître & disparaître en des temps réguliers.

AR. LXXXIV  
Que les observations que l'on peut faire par le moyen des microscopes sont sans nombre.

F f

principalement attaché à examiner le pou, dont je ferai alors une description exacte, depuis qu'il sort de son œuf jusqu'à sa fin ; j'y ferai voir comment il en sort, comment il prend sa nourriture; comment se fait la digestion de ses alimens; comment il remuë ses membres; comment il change de peau comme presque tous les autres insectes, &c.

## A.R. LXXXV.

Que l'on voit  
une infinité  
d'insectes  
dans de l'eau  
croupie, &  
comment ils y  
viennent.

Lorsqu'on expose de l'eau commune à l'air pendant quatre ou cinq jours plus ou moins, suivant la saison; elle se trouve remplie d'une infinité de petits insectes de différentes figures & de différentes grandeurs, principalement si l'on y met quelque chose d'aromatique. Je suis persuadé que presque tous les insectes que l'on voit nager dans cette eau, viennent des œufs que plusieurs insectes volans, attirez en partie par l'odeur qui s'en exhale, y viennent pondre pour y être éclos.

## A. LXXXVI.

Preuve de la  
conjecture  
precedente.

Je suis d'autant plus fortement porté à croire que leur génération se fait de cette manière, qu'elle est analogue à celle des couvins, des éphémères & de plusieurs autres insectes volans.

## A. LXXXVII

Que l'eau qui  
a été remplie  
d'insectes, de-  
vient quel-  
quefois claire  
& transparen-  
te, sans qu'il y  
en ait aucun,  
& pourquoi.

Il arrive quelquefois que l'eau que l'on a veue pendant quelque temps remplie d'une infinité d'animaux, devient à la fin claire & transparente comme du cristal, sans qu'il y paroisse aucun de ces petits animaux, ni la moindre ordure; & je crois que cela vient de ce que ces animaux ayant mangé toute la nourriture qu'ils y trouvoient, y meurent de faim, & laissent cette eau claire & transparente en se précipitant au fond.

J'ay gardé de cette eau assez long-temps sans y appercevoir jamais de nouveaux animaux : car les insectes volans y ont beau venir pondre leurs œufs, les animaux qui en viennent n'y trouvant rien à manger, doivent mourir aussi-tôt.

Ceux qui ont fait des voyages de long cours, rapportent la même chose de l'eau qu'ils conservent à leur usage.

Il y a plus de vingt ans que j'examinai le premier, à ce que je crois, la semence des animaux avec des microscopes, & que je découvris qu'elle est remplie d'une infinité d'animaux semblables à des grenouilles naissantes, comme je le fis mettre dans le 30<sup>me</sup> Journal des Scavans de l'année 1678. & comme

cette figure les représente : ————— c'est-à-dire, celle des hommes & des quadrupedes : car pour ce qui est de la semence des oiseaux, elle est remplie d'une infinité d'animaux qui paroissent comme des vers.

Dès que j'eus fait ces observations ; mais principalement sur la semence des oiseaux, & que j'eus consideré que les mouches, les papillons, & une infinité d'insectes volans, qui ne sont à proprement parler qu'une espece d'oiseaux, viennent des vers qui les renferment & les cachent à nos yeux ; j'eus une pensée bien éloignée de celle que tous les Philosophes anciens & modernes avoient euë sur la generation.

Je la communiquai dès ce temps-là à plusieurs de mes amis, & principalement à l'Auteur de la re-

ARTICLE  
LXXXVIII.  
Que la semence des animaux quadrupedes le trouve remplie d'une infinité d'animaux en forme de grenouilles naissantes, & celle des oiseaux en forme de vers ou anguilles.

AR. LXXXIX  
Conjectures que j'ai tirées de cette observation pour la generation.

F f ij

cherche de la vérité, à qui j'en écrivis à peu près en ces termes.

Je pense que chaque ver qui se voit dans la semence des oiseaux, renferme actuellement un oiseau mâle ou femelle de la même espèce de celui dans la semence duquel il se trouve; que *tempore congressus*, lorsque le mâle jette sa semence dans l'ovaire de la femelle, cette semence entoure les œufs qu'ils y trouvent: Que chaque ver de cette semence cherche à s'introduire dans un de ces œufs pour y être nourri, & pour y prendre un accroissement sensible: Que chaque œuf n'a qu'une seule ouverture pour laisser entrer un ver dans cette partie que l'on appelle le germe, & qu'aussi tôt qu'un seul y est entré, cette ouverture se ferme, & refuse le passage à tout autre ver: Que s'il arrive par quelque hasard qu'il y ait deux vers qui s'introduisent dans le germe d'un œuf, les deux animaux qui s'y nourrissent se joignant par quelque endroit de leurs corps, font une espèce de monstre: Qu'il n'y a enfin autre différence entre la génération des mouches, des papillons, & des autres insectes volans, & celle des oiseaux, sinon que les uns se transforment à notre veue, de vers en insectes volans, & que les autres se transforment en oiseaux dès qu'ils entrent dans les œufs, où prenant aussi-tôt un accroissement sensible, ils sortent des peaux qui les renfermoient & qui les faisoient paroître comme des vers.

L'on peut supposer la même chose des animaux qui se voyent dans la semence des hommes & des

quadrupedes, & dire que chaque petit animal renferme & cache actuellement & en petit sous une peau tendre & delicate, un animal mâle ou femelle, de la même espece de celui dans la semence duquel il se trouve; que lorsqu'un animal est entré dans l'œuf que la femme *tempore congressus*, a jetté de ses testicules ou ovaires dans la matrice par des conduits que les Anatomistes y découvrent visiblement; cet animal s'unit à cet œuf par la partie la plus tendre de son corps, & l'œuf à la matrice; tout de même que deux hommes dont chacun écorcheroit quelqu'endroit de son corps, pourroient en joignant assez de temps ensemble ces deux endroits écorchez n'en faire qu'un seul corps: c'est-à-dire, qu'ils pourroient faire que leur sang passeroit par la circulation de l'un à l'autre; & qu'ils auroient par consequent des humeurs & un sang commun; que ces trois corps, la femme, l'œuf & le petit animal, ne doivent par consequent être plus regardez que comme un seul corps, le sang passant par la circulation de la femme à l'œuf, de l'œuf au petit animal, du petit animal à l'œuf, & de l'œuf à la femme.

Nous venons de dire que le petit animal se joint à l'œuf par la partie la plus tendre de son corps. Or je crois que cette partie est le bout de sa queue, que cette queue renferme les vaisseaux umbilicaux, & que si l'on pouvoit voir le petit animal au travers de la peau qui le cache, nous le verrions peut-être comme cette figure le represente, sinon

F f iij

que la tête seroit peut-être plus grande à proportion du reste du corps, qu'on ne l'a dessinée icy.

A R T. XC.  
Ce que c'est  
que l'œuf de  
la femme, &  
comment un  
enfant vient  
ordinairement  
au monde.

Au reste, l'œuf n'est à proprement parler que ce qu'on appelle *placenta*, dont l'enfant, après y avoir demeuré un certain temps tout courbé & comme en peloton, brise en s'étendant & en s'allongeant le plus qu'il peut, les membranes qui le couvrent, & posant ses pieds contre le *placenta*, qui reste attaché au fond de la matrice, se pousse ainsi avec la tête hors de sa prison ; en quoi il est aidé par la mère, qui agitée par la douleur qu'elle en sent, pousse le fond de la matrice en bas, & donne par consequent d'autant plus d'occasion à cet enfant de se pousser dehors & de venir ainsi au monde.

L'experience nous apprend que beaucoup d'animaux sortent à peu près de cette maniere des œufs qui les renferment.

A R T. XCI.  
Quel l'on peut  
pousser bien  
plus loin cette  
nouvelle pen-  
sée de la gene-  
ration, &  
comment.

L'on peut pousser bien plus loin cette nouvelle pensée de la generation, & dire que chacun de ces animaux mâles, renferme lui-même une infinité d'autres



animaux mâles & femelles de même espece ; mais qui sont infiniment petits , & ces animaux mâles encore d'autres animaux mâles & femelles de même espece , & ainsi de suite ; de sorte que selon cette pensée les premiers mâles auroient été créez avec tous ceux de même espece qu'ils ont engendrez & qui s'engendreront jusqu'à la fin des siecles.

Lorsque je parle de la semence , je n'entens point parler de cette matiere gluante qui vient des prostates ; mais de la liqueur qui contient les animaux , & qui vient des testicules : car il ne se trouve aucun animal dans cette matière gluante , & il semble qu'elle ne sert qu'à graisser pour ainsi dire , le chemin par où ces animaux doivent passer , afin qu'ils ne soient pas blessez dans le passage.

J'ai observé qu'ils vivent beaucoup plus long- temps s'ils sont d'un animal jeune & vigoureux , que s'ils étoient d'un animal déjà vieux ; qu'une chaleur assez moderée du feu , les fait mourir incontinent ; mais qu'on les peut exposer pendant plusieurs heures au plus grand froid de l'hiver , sans qu'ils en meurent ; qu'une goute d'eau de vie , ou autre liqueur forte , les fait mourir aussi-tôt ; qu'il ne s'en trouvoit aucun dans la semence d'un homme , que j'examinai après qu'il eût connu une femme plusieurs fois de suite. Or il n'y a pas de quois'en étonner : car les vesicules seminaires , où se garde la semence comme dans un reservoir , après y être découlée des testicules , ayant été épuisées , il n'en venoit que cette matiere gluante des prostates ,

ART. XCII.  
Ce que j'entends sous le nom de semence.

ART. XCIII.  
Plusieurs observations touchant la semence des animaux.

dont j'ai parlé plus haut, qu'on appelle improprement semence, & dans laquelle il ne se trouve aucun de ces petits animaux.

Ce que l'on vient de dire de la production des animaux : c'est à-dire, que les premiers mâles ont été créés avec tous ceux de la même espèce qui sont nez & qui naîtront jusqu'à la fin des siècles, on le peut encore supposer avec autant de raison de la production des plantes: car lorsqu'on examine avec un microscope quelque semence ou quelque pépin, où le germe est un peu visible, on y découvre la plante toute entière, où il y a sans doute de nouvelles semences qui contiennent de nouveaux germes, & ces nouveaux germes de nouvelles plantes avec leurs semences, & ainsi de suite.

ART. XCIV.  
Que l'on peut  
dire la même  
chose de la  
production  
des plantes, &  
que les ani-  
maux & les  
plantes se ref-  
semblent beau-  
coup.

Au reste il me semble que les plantes ont un très grand rapport aux animaux : Elles prennent par leurs racines, comme par autant de bouches ouvertes, le suc de la terre pour se nourrir. Ce suc se distribue dans de certains tuyaux qui sont comme autant de vaisseaux de la plante, & qui le long de leur stiges qui les portent, sont accompagnés d'autres tuyaux, qui étant remplis d'air, leur servent peut-être comme les poumons servent aux animaux. Dans les intervalles qui se trouvent entre ces tuyaux, il y a une infinité de vesicules pour recevoir ce suc nourricier, & pour le distribuer ensuite où il est nécessaire. Le jeune fruit se nourrit dans le bouton qui le cache & qui l'enveloppe, comme l'enfant se nourrit dans la matrice. Enfin lorsque

cc

ce fruit commence à sortir du bouton qui s'ouvre, il est comme un enfant à la mamelle, & prend sa nouriture par les fleurs qui lui servent de tetons, puisqu'alors il est encore trop tendre & trop delicat pour digerer une nouriture, qui lui viendroit immédiatement des tiges ou des feüilles qui sont comme les viscères de la plante.

## F I N.

*Le Lecteur est prié de remarquer qu'on n'a pas toujours pu garder les justes proportions dans les figures : comme aussi de lire, page 11. ligne 24. qui pese sur tous, au lieu de, qui pese sur tout : page 31. ligne 24. avec une même inclinaison, au lieu de, avec un même angle d'incidence : page 31. ligne 30. avec une même inclinaison, au lieu de, avec un même angle d'incidence : page 34. ligne 14. souffrant, au lieu de, souffrants : page 91. ligne 26. dont je me fers, au lieu de, dont je m'en fers : page 144. ligne 20.  $\frac{1}{3}$ , au lieu de, un  $\frac{1}{3}$  : page 219. ligne 30. à angles droits, au lieu de, aux angles droits : page 222. ligne 19. il reste NO, au lieu de, il reste pour NO : page 223. ligne 23. dérober à la veue, au lieu de, dérober de la veue.*

Extrait du Privilege du Roy.

PAR Lettres Patentes du Roy données à Paris le 15<sup>me</sup> jour de Juillet 1695, signées DE LA RIVIÈRE, & scellées du grand Sceau de cire jaune ; il est permis à . . . . . d'imprimer , ou faire imprimer un Livre intitulé : *Essay de Dioptrique* , par Nicolas Hartsoeker ; & ce pendant le temps & espace de huit années consécutives , à compter du jour que ledit Livre sera achevé d'imprimer pour la première fois : avec défenses , &c.

Registré sur le Livre de la Communauté des Libraires & Imprimeurs , le 2. de Decembre 1694.

Achevé d'imprimer pour la première fois en vertu des Presentes le 22. de Decembre 1694.

G

